

ANNALEN
DER
PHYSIK.

485-28

HERAUSGEGEBEN
VON
LUDWIG WILHELM GILBERT,
PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURFORSCHENDER FREUNDE
IN BERLIN U. ANDERER NATURF. SOCIETÄTEN.

ACHTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1801.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

THE

OF

IN

IN

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, FÜNFTES STÜCK.

I.

BEMERKUNGEN UND VERSÜCHE
über die Oxydirung des Zinks in verschied-
nen Mitteln, als Ursach der Wirksam-
keit galvanischer Batterien; und eine
Methode, die Kraft dieser Batterien
beträchtlich zu erhöhen,

von

HUMPHRY DAVY,
Oberaufseher des pneumatischen Instituts. *)

Die interessante Beobachtung des Oberst Lieute-
nants Haldane, daß im Vacuo der Luftpumpe
der Galvanismus nicht erregt werde, **) veranlaßte
mich zu einer genauen Untersuchung über den Ein-

*) Ins Kurze zusammengezogen aus drei Aufsätzen
Davy's in Nicholson's Journal etc., Vol. 4.
p. 337, 380 und 394. d. H.

**) Annalen der Physik, 1801, VII, 192 und 212.
d. H.

fluß der atmosphärischen Luft auf die galvanischen Phänomene, wobei ich auf mehrere neue Thatfachen kam, die ich hier systematisch zusammenreihen will, und die uns hoffentlich bald zu einer vollständigen Erklärung der galvanischen Erscheinungen führen werden. Vorläufig bemerke ich, daß die Voltaischen Säulen, die ich dem Einflusse künstlicher Luftarten aussetzte, auf die gewöhnliche Art horizontal errichtet wurden, *) und daß man ihnen mit einem Harzkitt an zwei oder drei Stellen längs den Seiten, ohne doch dadurch die freie Circulation der Luft zu unterbrechen, die gehörige Festigkeit gab, damit sie, schief gestellt, nicht aus einander fielen. Ich hatte mich durch vielfache Versuche überzeugt, daß eine in *Wasser getauchte Säule* in der atmosphärischen Luft, sobald man sie herauszieht, ohne abgetrocknet zu werden, wiewohl schwächer als zuvor, wirkt: wiederhohltes Eintauchen vermindert dann ihre Wirksamkeit nicht weiter. Daher brachte ich Säulen, die in künstlichen Gasarten wirken sollten, durch das Wasser, welches das Gas sperrte, in den mit der Gasart gefüllten Recipienten, und stellte sie mittelst einer Metallplatte, die an das untere Ende der Säule angekittet war, über das Sperrwasser. Mit den Enden der Säulen waren Drähte verbunden, die in eine kleine Röhre voll destillirten Wassers gingen, und die ich von außen mit Wachs bekleidet hatte.

*) Vergl. *Annalen*, 1801, VII, 201, 157 und 191. d. H.

1.
Sowohl in einfachen galvanischen Ketten, als in galvanischen Batterieen aus Zink, Silber und reinem Wasser, (worunter hier und in der Folge insbesondere Wasser verstanden wird, das weder Sauerstoffgas, noch Salpetergas, noch andere Säuren aufgelöst enthält,) scheint bei der gewöhnlichen Lufttemperatur der Zink nicht oxydirt zu werden, so lange das Wasser rein ist.

Dass manche Metalle, die sich in Wasser, welches dem freien Zutritte der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist, allmählig verkalken, in reinem Wasser keine Veränderung leiden, ist längst bekannt. *) Dieses ist ganz besonders der Fall mit Zink.

Zink mit Silber und Wasser unter freiem Zutritte der atmosphärischen Luft in Berührung gesetzt, oxydirt sich weit schneller, als wenn er bloß mit Wasser in Berührung ist, wie zuerst Dr. Asch bemerkte. **) Wäre dieses schnellere Oxydiren dem Einflusse von *Electricität* zuzuschreiben, die durch das Berühren der beiden Metalle unter einander erregt würde; so dürfte man erwarten, daß Zink mit Silber und reinem Wasser in einer einfachen, oder wenigstens in der verstärkten Kette, (wenn in der Voltaischen Zink-Silber-Säule das Tuch mit rei-

*) Man vergl. Fabroni's Aufsatz in den *Annalen der Physik*, IV, 431 d. H.

**) Vergl. *Annalen der Physik*, IV, 436, und V, 51. d. H.

nem Wasser genäht ist,) sich ebenfalls oxydiren würde. Fabroni behauptet dagegen, daß einfache galvanische Ketten mit Wasser sich *nicht* oxydiren, wöfern nicht die atmosphärische Luft Zutritt hat; und daß in der galvanischen Batterie der Zink, wenn er mit *reinem* Wasser in Berührung ist, sich nicht oxydire, zeigen die folgenden Versuche.

a. Eine kleine Voltaische Säule aus Zink-, Silber- und Pappscheiben, welche letztern mit Wasser, das eben gekocht hatte, angefeuchtet waren, wurde *in Wasser gesetzt*, das lange gekocht hatte und noch warm war. Um es vor Berührung der atmosphärischen Luft zu sichern, wurde ein harziger Kitt über das Wasser verbreitet, und an das Glas, nachdem es sich etwas abgekühlt hatte, befestigt. Daß Terpenthinöhl, ja selbst gemeines Oehl, dazu nicht tauglich gewesen wäre, wird aus dem Folgenden erhellen. Nach 2 Tagen wurde die Säule aus dem Wasser herausgenommen. Kaum waren die Zinkplatten etwas angelaufen. *) Im Wasser der mit der Säule verbundenen Röhre hatte sich kein Oxyd abgesetzt und kein Gas entwickelt. — Eine ähnliche Säule,

*) Daß sie doch etwas angelaufen waren, ist dem Umstande zuzuschreiben, daß es unmöglich ist, sowohl Wasser von *aller* atmosphärischen Luft, die es aufgelöst enthält, durch Kochen zu befreien, als auch während des Abkühlens des Firnisses, (Cement,) der Luft allen Durchgang durch denselben zu verwehren.

die während einer gleichen Zeit unter Wasser, welches mit der atmosphärischen Luft in Berührung war, stand, hatte etwas Gas entbunden, und viel weisses Oxyd abgesetzt; auch waren die Zinkplatten an der äussern und innern Seite ganz weiss geworden. *) In beiden Versuchen war die Lufttemperatur 54° bis 61° F.

b. Dafs nicht *das Umgeben* der Voltaischen Zink-Silber-Säule mit einer elastischen Flüssigkeit hinreicht, den Zink in ihr fähig zu machen, *reines* Wasser zu zersetzen, zeigte sich, als ich Säulen in *Wasserstoffgas*, *Stickgas*, *oxydirtes Stickgas* und *Kohlenstoff-Wasserstoffgas* brachte, und sie verschiedene Zeiten über darin liess. In keiner dieser Gasarten war der Zink der Säulen stärker als im *reinen*, (mit Firniß übergossenen,) Wasser oxydirt. Wenn ich die Säule durch das Sperrwasser in eine dieser Gasarten brachte, hörte sie nach 5 bis 6 Minuten auf, in ihrer Röhre Gas zu entwickeln, indem während dieser Zeit sich die atmosphärische Luft verzehrte, die in dem Wasser zwischen den Platten aufgelöst war. Ihre Wirksamkeit liess sich ihr nicht wiedergeben, wenn man frisches Gas von derselben Art hinzuliefs, zeigte sich aber, tauchte man die Säule in Wasser, das sich mit atmosphärischer Luft geschwängert hatte, augenblicklich durch Gasentbindung in der Röhre wieder.

*) Dieses berichtigt Haldane's Versuch, *Annal.*, 1801, VII, 192. d. H.

c. Als eine galvanische Säule sich 14 Stunden lang im *luftverdünnten Raume* der Luftpumpe, wo die Barometerprobe auf 0,9 Zoll stand, befunden hatte, waren die Zinkplatten leicht angelaufen, doch hatte sich kein weißes Oxyd auf ihnen gebildet. Zahlreichen Versuchen zu Folge fand ich, daß, wenn die Luftverdünnung so weit getrieben ist, daß die Barometerprobe nur noch auf 0,6 Zoll steht, alle Wirkung der galvanischen Säule aufhört, selbst wenn ihre Pole durch Drähte mit der atmosphärischen Luft verbunden sind, und das Wasser, auf welches sie wirkt, in Berührung mit der äußern Luft ist.

2.

Ist der Zink der galvanischen Batterie in Berührung mit Wasser, welches atmosphärische Luft, Sauerstoffgas, Salpetergas, Salpeter- oder Salzsäure etc. aufgelöst enthält, so wird er oxydirt, und die Batterie zeigt sich wirksam. Dieses beweist eine große Menge von Versuchen:

a. Eine Voltaische Säule, deren Pappscheiben mit Wasser getränkt waren, wirkte in *atmosphärischer Luft*, die ich in einem Glasocyliner über Wasser gesperrt hatte, 2 Tage lang, bis der Sauerstoff dieser Luft fast ganz verzehrt war. — Eine von *Sauerstoffgas* umgebene Säule zerlegte das Wasser in der Röhre weit schneller; *) dagegen eine von *Sal-*

*) Vergleiche Haldane's Versuch, *Annalen*, VII,
212. d. H.

petergas umgebene langsamer, als eine Säule in atmosphärischer Luft. Gerade so oxydirt sich der Zink in Sauerstoffgas schneller, in Salpetergas langsamer, als in gemeiner Luft.

b. Dafs indess zu den galvanischen Wirkungen keine Umgebung mit einer oxydirten *elastischen* Flüssigkeit nothwendig erfordert wird, beweist Folgendes. Als die Säulen, welche in den 1, b, genannten, nicht mit Sauerstoff gesättigten Luftarten *) unwirksam standen, in das Sperrwasser getaucht, und, ohne die äussere Luft berührt zu haben, gleich wieder in jene Gasarten zurück gebracht wurden, zeigten sie sich im Augenblicke wirksam. Dafs dieser oft wiederholte Erfolg blofs der atmosphärischen Luft, womit sich das Sperrwasser geschwängert hatte, zuzuschreiben ist, beweist der Umstand, dafs, wenn das Sperrwasser mit oxydirttem Stickgas getränkt war, **) sie durch das Eintauchen in dasselbe ihre Wirksamkeit nicht wieder erhielten.

c. Ich habe durch viele Versuche, die ich künftig umständlicher bekannt machen werde, gefunden, dafs luftleer gemachtes Wasser aus dem Terpenthin-Spiritus Luft an sich zieht, wenn dieses Oehl von der atmosphärischen Luft frei berührt wird.

*) Das oxydirte Stickgas ist nach Davy's Untersuchungen nur etwas, nicht völlig, oxydirt. d. H.

**) Ich habe in meinen Untersuchungen über dieses Gas, (vergl. *Annalen*, IV, 105,) gezeigt, dafs es sehr viel atmosphärische Luft aus dem Wasser treibt.

Die Voltaische Säule in *Terpenthin-Spiritus* gesetzt, bleibt darin lange Zeit über, und fast eben so stark als in atmosphärischer Luft, wirksam, da das Wasser in den Pappscheiben der Säule die verlierende Luft aus dem *Terpenthin-Spiritus* ersetzt. — In *Weingeist* wirkt sie nur kurze Zeit über, weil dieser sich mit dem Wasser in der Pappe vermischt.

d. Eine Säule, die im Wasserstoffgas ihre Wirksamkeit verloren hat, erhält sie ungeschwächt durch ein augenblickliches Eintauchen in sehr verdünnte *Salzsäure*, und selbst verstärkt durch ein augenblickliches Eintauchen in verdünnte *Salpetersäure* wieder, behält sie aber freilich nur eine kurze Zeit über, bis die Säure zersetzt oder geschwängert ist. Dals aber der Zink im Auflösen in Salz- und Salpetersäure oxydirt wird, ist eine wohlbekannte Thatsache. *)

e. Zehn Plattenpaare Zink und Silber wurden mit Kitt so über einander befestigt, dals ein Paar das andere nirgends berührte, und die Zwischenräume, die sonst das nasse Tuch einnimmt, jetzt bloß mit Luft oder mit der anzuwendenden *Gasart*, (Nichtleitern des Galvanismus,) gefüllt war, welcher ein freier Durchzug offen blieb. Eine

*) Wie mit allen diesen Versuchen Volta's Methode, eine Säule Wochen lang wirksam zu erhalten, indem er sie, um das Verdünsten des Wassers zu verhindern, mit Wachs oder Harz umschloß, (*Annalen*, VI, 345,) zu vereinigen ist, sehe ich nicht recht ab.

Röhre voll Wasser stand mit den Endplatten durch Silberdrähte in Verbindung. Als ich diese Säule, ohne sie vorher zu befeuchten, in ein mit einem Stöpsel versehenes Glas voll oxydirten salzsauren Gas brachte, war nicht die mindeste galvanische Wirkung zu bemerken, und auch nach vollen 2 Stunden hatte sich in der Wasserröhre weder Gas entbunden, noch der Draht der Zinkseite oxydirt. Doch hatte das Gas auf die Platten der Säule gewirkt, und sie waren warm geworden. — Darauf nässte ich diese Säule, indem ich sie in Wasser tauchte; aber auch jetzt zeigte sie sich weder vor noch nach dem Abwischen in der atmosphärischen Luft wirksam. Als ich sie nun aber in das Glas mit oxydirtem salzsauren Gas brachte, fing der Draht der Zinkseite augenblicklich an, sich mit größter Lebhaftigkeit zu oxydiren, und der Draht der Silberseite den reichlichsten Gasstrom auszustoßen; und dieses dauerte so lange, bis im Glascylinder die grünliche Farbe verschwunden war. — Dieser Versuch bestätigt nicht nur die vorigen Resultate aufs beste, sondern scheint auch zu beweisen, daß der Grund, warum in Volta's Säule eine große Berührungsfläche der Metalle mit dem feuchten Leiter erfordert wird, *) darauf beruht, daß eine größere Zinkfläche oxydirt werde. Denn im letzten Versuche waren die Plattenpaare nur durch sehr wenig Wasser mit einander verbunden, und dies wenige

*) *Annalen*, VI, 344.

reichte doch hin, die electricischen Ströme bei ihrem Umlaufe gehörig fortzuleiten.

3.

Die Wirksamkeit der Volta'schen Zink-Silber-Säule scheint der Kraft des flüssigen Leiters in ihr, den Zink zu oxydiren, nahe proportional zu seyn.

Dieses erhellt schon aus dem bisher Angeführten. In den Gasarten, worin der Zink sich schneller oxydirt, ist auch diese Säule wirksamer, so weit es sich durch Wasserzersetzung zeigt, und die Kraft einer Säule, Schläge zu geben und Wasser zu zersetzen, wird unglaublich durch Eintauchen derselben in *Salzsäure*; und noch mehr in verdünnte *Salpetersäure* erhöht; Stoffe, die lediglich den Zink in Stand setzen, sich schneller zu oxydiren. — Auf diesen Satz, (dem gemäß die Kraft der Säule in keinem großen Zusammenhange mit der Schnelligkeit stehn würde, womit sie Wasserstoffgas aus Wasser entbindet,) läßt sich die Idee einer *weit kräftigern galvanischen Batterie*, als die bisherigen, gründen, in so fern es bei ihr nicht bloß auf schnelle Wasserzersetzung abgesehen ist. Ich kittete Silber- und Zinkplatten, jede 1,2 Zoll ins Gevierte, mit einem Harzkitt auf einander, und kittete darauf 18 solcher Plattenpaare in einen dazu eingerichteten länglichen Kasten oder Trog, so daß sie wasserdichte Zellen zwischen sich ließen. *)

*) Wie man sieht, eine *galvanische Batterie nach*

a. Goss ich in die Zellen dieser Batterie *Wasser*, so war ihre Wirkung kaum merkbar, zeigte sich dagegen unglaublich verstärkt, wenn man *Salzsäure* hineingoss. Ihre Kraft, Schläge zu geben und Wasser zu zerletzen, war dann wenigstens der einer gewöhnlichen Voltaischen Säule von 70 Lagen gleich. Noch mächtiger wirkte sie, wenn man *verdünnte Salpetersäure* in die Zellen goss; und als dies mit *concentrirter Salpetersäure* geschah, war der erste Schlag so gewaltig, daß meine Finger davon auf einige Sekunden erstarrten, und daß ich mir keinen zweiten Schlag geben zu lassen wagte. Ich mußte die Batterie sogleich in ein Gefäß mit Wasser tauchen, um ihrer Vernichtung zuvorzukommen, und es blieb mir daher keine Zeit, ihre Wirksamkeit im Wasserzerletzen zu erforschen. — Schon 3 Plattenpaare geben mit starker Salpetersäure einen sehr merkbaren Schlag, und 5 einen Schlag, völlig so stark, als eine gewöhnliche Voltaische Säule von 30 Lagen. Da diese Säure das Silber angreift, habe ich mich mit Kupfer-, Eisen- und Zinkplatten versehen, und hoffe aus ihnen und Salpetersäure ei-

Cruikshank's Construction, wie er sie in den *Annalen*, 1801, VII, 99, beschreibt, und sich ihrer zu seinen meisten Versuchen bediente. Da sie, mit Hülfe der Säuren, ohne umgebaut oder gereinigt zu werden, immerfort wirksam bleibt, bis das sich oxydirende Metall gänzlich zerstört ist; so giebt ihr auch Davy, nicht mit Unrecht, den Vorzug vor der Voltaischen Säule. d. H.

ne Batterie, nicht minder wirksam als die größte electriche Batterie, zu erhalten. *) Aus diesen Versuchen erklärt sich denn auch sehr leicht die Verstärkung der Batterie, wenn man sich in ihr zum

*) Meine spätern Versuche, die Kraft galvanischer Batterien mit Salpetersäure, mit der Kraft gewöhnlicher Säulen zu vergleichen, sind mir nicht besser gelungen. Die schnelle Wirkung der Säure, die Gasentbindung, wobei die Platten durch Feuchtigkeit in leitende Verbindung kommen, und die Hitze, welche entsteht, tragen alle dazu bei, das Resultat unzuverlässig zu machen. Die kleinste Menge von Plattenpaaren, aus welchen ich bei Salpetersäure einen Schlag zu erhalten vermochte, war 3, und 6 Paar mit mäßig starker Salpetersäure gaben einen schneidenden Schlag, (*more acute*) als eine gewöhnliche Säule aus 27 Lagen, der sich aber nicht so weit zu verbreiten schien, und nur bis an die obern Gelenke der Finger gefühlt wurde. Stets gaben 12 und mehrere Plattenpaare einen Schlag, der schneidender und schmerzhafter, aber mehr local und nicht so weit verbreitet war, als der Schlag einer gewöhnlichen Säule aus 4 bis 5mal mehr Plattenpaaren. Da die Salpetersäure den Kitt schnell auflöste, so liefs sich der Trog zu diesen Versuchen nicht brauchen, sondern sie wurden mit Säulen angestellt, deren Tuch in Salpetersäure getränkt wurde; doch war es auch hier unmöglich, zu verhindern, dafs sich die Seiten der Platten nicht nästen, wodurch eine leitende Verbindung entstand, welche die Wirksamkeit der Säule beträchtlich schwächen mußte.

feuchten Leiter des Kochsalzes oder flüssigen Salmiaks, statt bloßen Wassers, bedient.

b. Stark concentrirte Schwefelsäure hat nur eine sehr geringe Wirkung auf Zink; *diluirte* löst sie ihn dagegen mit der größten Schnelligkeit auf. Entsteht daher die Wirkung der galvanischen Zink-Silber-Batterie hauptsächlich durch Oxydation des Zinks, so muß, wenn concentrirte Schwefelsäure in die Zellen des Kastens gegossen wird, die Wirkung viel geringer seyn, als wenn man dazu verdünnte Schwefelsäure nimmt. Dieses zeigte sich in der That in meinen Versuchen. Eine Cruickshanksche Batterie, wo 20 Plattenpaare Silber und Zink mit einem Kiste aus Wachs in den Trog eingesetzt, und die Zellen mit der stärksten concentrirten Schwefelsäure vom specifischen Gewichte 1,9 voll gegossen waren, gab mittelst der gewöhnlichen Methoden gar keine galvanische Empfindung, einen geringen kaustischen Geschmack ausgenommen. Befand sich dagegen verdünnte Schwefelsäure in den Zellen, so

Durch augenblickliches Eintauchen in Wasser wurde die Wirksamkeit einer solchen mit Salpetersäure errichteten Säule nur wenig geschwächt, daher die erhöhte Wärme der Platten, an der außerordentlichen Wirksamkeit dieser Säule nur wenig Antheil haben kann.

Auch Kupfer und Zink wirken mit Salpetersäure gar mächtig. Eisen und Zink scheinen mit Salzsäure und Salpetersäure gleich wirksam zu seyn.

(Davy.)

erhielt man von der Batterie in den genähten Fingern Schläge, und es zeigte sich Zersetzung des Wafers auf die gewöhnliche Art.*). — Als die Zellen einer solchen Batterie, die aus 10 Paar Kupfer- und Zinkplatten bestand, concentrirte Schwefelsäure enthielten, äufserte sie nicht die mindeste galvanische Kraft; wurde aber nur in jede Zelle ein Tröpfchen Wasser zur Säure gebracht, so zeigte die Batterie sich augenblicklich durch Wasserzersetzung wirksam; ein Beweis, dafs die concentrirte Schwefelsäure zu den vollkommnern galvanischen Nicht-

*) Dafs, wie hiernach zu schliessen ist, die Wirksamkeit verdünnter Schwefelsäure, welche Zink mit gröfster Schnelligkeit auflöst, in einer Batterie von 10 Plattenpaaren, mit der Wirksamkeit concentrirter Salpetersäure in einer Batterie von 18 Plattenpaaren nicht in Vergleich kömmt, scheint mir zu beweisen, dafs es mit Davy's drittem Satze, (mit der Proportionalität zwischen der Kraft der Batterie und der Oxydirung des Zinks in ihr,) nicht seine völlige Richtigkeit habe. Vermuthlich ist die Oxydirung des Zinks nur eins der Momente, (und zwar ein unumgänglich nothwendiges,) für die Wirksamkeit der Zinkbatterien, und es kömmt dabei noch Mehreres in Anschlag; ganz besonders vielleicht die wahrscheinliche Bildung von Salpetersäure am Zinkende und an allen Zinkplatten, und von Ammoniak am Silberende und an allen Silberplatten der galvanischen Zink-Silber-Batterie; ein Umstand, auf den Davy bei seinen fernern Versuchen selbst geführt wurde.

d. H.

leitern gehört, deren Zwischenseyn zwischen den Platten die electricischen Wirkungen der Batterie vernichtet.

c. *Liquide Schwefellebern*, (*sulfurets*,) können dem Zinke keinen Sauerstoff zuführen; folglich muß die Zink-Silber-Säule, in der sie sich als nasser Leiter befinden, keine galvanische Wirkungen äußern. In der That äußerte eine Zink-Silber-Säule aus 25 Plattenpaaren und Tuchscheiben, die ich in liquidem Schwefel-Strontian getränkt hatte, nicht die mindeste galvanische Wirkung; kaum waren aber die Seiten der Säule mit ein wenig Salpetersäure befeuchtet worden, so gab sie Schläge, so stark als eine gewöhnliche Voltaische Säule von gleicher Größe. Und doch ist das galvanische Leitungsvermögen dieser flüssigen Schwefellebern zum mindesten dem des Wassers gleich, da, wenn zwei Gefäße damit gefüllt, und das eine mit dem Zinkende, das andere mit dem Silberende der Säule durch Drähte verbunden sind, sie den Fingern beim Hineintauchen einen Schlag zuführen, der nicht minder empfindlich als der ist, den man erhält, wenn die Gefäße voll Wasser sind. — Bringt man liquiden Schwefel-Strontian in einer Glasröhre, mittelst Silberdrähte, mit der Batterie in eine geschlossene Kette, so entbindet sich am Drahte der Silberseite Gas, und der Draht der Zinkseite oxydirt sich.

d. Wir haben vorhin gesehen, daß die gemeine, (mit Wasser construirte,) Voltaische Säule ihre Wirksamkeit unter dem Recipienten der Luftpumpe völlig

verliert, wenn die Barometerprobe bis unter 0,6 Zoll gesunken ist. Dies fehlt nie. Liegt der Grund hiervon lediglich darin, daß der Zink sich nicht weiter zu oxydiren vermag, wenn man alle atmosphärische Luft aus dem Wasser in der Säule auspumpt, so müßte eine Säule, deren feuchter Leiter *Salpetersäure* oder *verdünnte Schwefelsäure* ist, auch in jenem luftverdünnten Raume noch wirksam bleiben. Ich befeuchtete die Zellen einer Cruickshankschen Batterie aus 12 Paar Zink- und Silberplatten nur so eben mit etwas Wasser, und ließ dann in jede einen großen Tropfen *Salpetersäure* fallen. Augenblicklich zeigte sich an den Drähten, die mit den Enden der Batterie verbunden waren, eine Wasserzersetzung. Nun wurde die Batterie unter einen mit einer Lederbüchse versehenen Recipienten auf den Teller der Luftpumpe gesetzt, der an das Zinkende der Säule befestigte Silberdraht in ein Gefäß voll Wasser, das lange gekocht hatte, geleitet, und der Draht des Silberendes mittelst eines Harzkitts so an den Messingdraht, der durch die Lederbüchse luftdicht durchging, befestigt, daß er, wenn die Luft weit genug ausgepumpt war, sich in dasselbe Gefäß mit Wasser hinabschleiben ließ. Dies geschah, als die Barometerprobe auf 0,6 Zoll stand. Sogleich begann der Draht der Zinkseite sich zu oxydiren, und der Draht der Silberseite Gas zu geben. Dieses dauerte mehrere Minuten lang, und der Prozeß wurde, als man nach Aufhören desselben die atmosphärische Luft zuließ,

nicht

nicht merklich wieder angefacht. Bei einer Wiederholung dieses Versuchs traf alles auf dieselbe Art ein. Bei dem verminderten Luftdrucke unter dem ausgepumpten Recipienten war die Gasentbindung am Drahte der Silberseite merklicher als zuvor, indess sich am Drahte der Zinkseite offenbar weniger Oxyd bildete, weil wahrscheinlich ein Theil der Säure zwischen den Platten im luftverdünnten Raume die Gasgestalt annahm, auch hier das Salpetergas, das sich zwischen den Platten entband, nicht so, als in der Atmosphäre, wieder zum Theil zu Salpetersäure werden konnte.

Wurde in jede der angefeuchteten Zellen dieser Batterie aus 12 Plattenpaaren ein Tropfen *Schwefelsäure* gebracht, so vermochte sie im luftverdünnten Raume, wo die Barometerprobe auf 0,6 Zoll stand, reines Wasser eine halbe Stunde lang und länger zu zersetzen. Die Oxydierung war fast so stark als in der atmosphärischen Luft, und, (was besonders merkwürdig ist,) in diesem Falle gab auch der sich oxydirende Draht etwas Gas, inzwischen der Draht der Silberseite nur sehr wenig Gas entband. *)

*) Man sieht hieraus auch, daß zu den galvanischen Wirkungen keinesweges wesentlich *Sauerstoff* in so loser Verbindung, und in dem eigenthümlichen Zustande erfordert wird, in welchem er, wenn brennbare Körper ihn anziehen, Entzündung und Brennen bewirkt, und in welchem ich ihn in meinen frühern, noch unreifen chemi-

Will man diese Versuche im luftverdünnten Raume nachmachen, so muß man vorzüglich darauf sehn, nicht allzu viel Säure in die Zellen der Batterie zu bringen. Zwei oder drei Tropfen in jeder sind hinlänglich, besonders wenn man die Zellen zuvor etwas genäset hat. Mehr Säure braust allzu heftig im luftverdünnten Raume auf, so daß die Schneiden der Platten angefeuchtet, und dadurch die Zellen in leitende Verbindung gesetzt werden. Und dann bleibt der Erfolg aus. — Das Wasser, dessen man sich im luftverdünnten Raume

schen Speculationen für gebunden an den Lichtstoff hielt. — Ob Wasser zum galvanischen Prozesse wesentlich nothwendig ist, das zu entscheiden, hat seine große Schwierigkeit, da in allen galvanischen nicht-metallischen Leitern, die man bis jetzt untersucht hat, Wasser in größerer oder geringerer Menge enthalten ist. Folgende Thatfache scheint indess dafür zu stimmen. Die von mir im Jul 1799 zufällig entdeckte Verbindung von concentrirter Schwefelsäure mit oxydirter Salzsäure, (die man erhält, wenn man oxydirt salzsaures Kali in concentrirte Schwefelsäure bringt, oder oxydirt salzsaures Gas durch diese Säure treibt, und die einige sehr charakteristische Eigenschaften besitzt,) oxydirt sowohl den Zink als das Silber langsam, wobei sich die oxydirte Salzsäure zersetzt. Ich erwartete daher mächtige galvanische Wirkungen, wenn ich sie in die Zellen der Batterie brächte, fand mich aber hierin getäuscht, da eine solche Batterie von 30 Plattenpaaren kaum eine merkbare Wirksamkeit zeigte. Davy.

bedienen will, muß zuvor durch langes Kochen möglichst luftleer gemacht seyn; sonst stört die daraus sich entbindende Luft den Versuch allzu sehr.

4.

Wenn Zink in Berührung mit Wasser, worin Stoffe, die losen Sauerstoff enthalten oder Säuren, aufgelöst sind, sich oxydirt; so werden diese Stoffe verändert, und es äußert sich hierbei chemische Verwandtschaft.

a. Als in einem Glase, welches ungefähr 21 Kubikzoll Sauerstoffgas enthielt, eine kleine Voltaische Säule 6 Stunden lang stand, verminderte sie die Gasmenge um etwa ein Viertel.

b. Eine ähnliche Säule in dieselbe Menge atmosphärischer Luft gebracht, verminderte diese in 2 Tagen nur um ein Sechstel. Der Rückstand roch, als man ihn in die Atmosphäre entweichen liefs, nach Ammonium, und als man die Säule über Salzsäure hielt, bildeten sich dichte weisse Wolken. — In einem zweiten Versuche blieb die Säule 3 Tage lang in einer gleichen Menge atmosphärischer Luft; der Rückstand verminderte sich jetzt nur sehr wenig mit Salpetergas, liefs sich auch mit atmosphärischer Luft nicht entzünden.

c. Man erinnert sich aus meinen frühern Versuchen, *) daß Salpetergas, über Quecksilber gesperrt, worin nasser Zink gethan wird, sich all-

*) *Annalen der Physik*, VI, 105.

d. H.

mählig in oxydionirtes Stickgas und Ammoniak verwandelt. Eine kleine Voltaische Säule, in 22 Kubikzoll *Salpetergas* gesetzt, verminderte dieses in 3 Tagen um ein Viertel; vom Rückstande wurde etwas von Wasser verschluckt.

d. Dafs, wenn sehr schwache *Salpetersäure* den Zink oxydirt, dabei *Salpetergas*, oxydionirtes Stickgas und Ammoniak entbunden werden, beweist sowohl eine Zerletzung der Säure, als auch des Wassers.

e. Die Oxydierung des Zinks bei Auflösung desselben in verdünnte *Salzsäure* und *Schwefelsäure* scheint man einer sogenannten vorbereitenden Verwandtschaft zuschreiben zu müssen.

5.

Folgerung. Da aus allen diesen Thatfachen zu erhellen scheint, dafs galvanische Zink-Silber-Batterien lediglich dann wirksam sind, wenn der feuchte Leiter zwischen den Zink- und Silberplatten den Zink zu oxydiren vermag, und dafs die Wirksamkeit der Batterie im Wasserzersetzen und Schlägertheilen in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem sich in gleicher Zeit mehr Sauerstoff mit dem Zinke verbindet; so muß man schliessen, dafs die Oxydierung des Zinks in der Batterie, und die damit zusammenhängenden chemischen Veränderungen auf irgend eine Art die electricischen Wirkungen der Batterie erzeugen, obgleich die bisher beobachteten Thatfachen nicht ausreichen, für die Art, wie

dieses geschieht, irgend eine genügende Erklärung aufzustellen. *)

*) Vergl. *Annalen*, 1801, VII, 313. Die meisten Physiker werden dieses Resultat sehr gern unterschreiben, da sie sich schon dazu bekannten, ehe noch dafür ein so wohl unterstützter Beweis geführt war. Sollte aber die entgegengesetzte Vorstellung, daß nicht Oxydation Electricität erzeuge, sondern umgekehrt frei werdende Electricität an die Oxydation, obschon sie ohne Sauerstoff nicht möglich ist, mit Schuld seyn, ganz undenkbar seyn, und sollten nicht vielleicht Anhänger Volta's diese Meinung hervorziehen, um Volta's Erklärung der Erregungsart der galvanischen Electricität beizubehalten? Mir scheint, es sey noch zu früh, hierüber definitiv zu entscheiden.

d. H.

II.

BESCHREIBUNG einer neuen galvanisch-chemischen Vor- richtung und einiger merkwürdigen Ver- suche, die damit angestellt wurden,

VON

P. L. SIMON,

Prof. an der Bauakademie zu Berlin. *)

1. Ein neuer Apparat, um die Wirkung Voltaischer Säulen auf Flüssigkeiten zu untersuchen, und Vorschlag zu einem Galvanoskop.

Die bisherige Art, Flüssigkeiten in Röhren durch den Galvanismus zu behandeln, und das Gas, das sich hierbei gewöhnlich erzeugt, aufzufammeln, hat manche Unbequemlichkeit, welche ich durch eine neue Einrichtung dieser Röhren großen Theils abgeholfen zu haben glaube.

- *) Der erste dieser Aufsätze wurde in der philomatistischen Gesellschaft zu Berlin den 19ten März 1801 vorgelesen; die beiden andern in den darauf folgenden wöchentlichen Sitzungen dieser vor kurzem errichteten Gesellschaft, in welcher mehrere Physiker Berlins sich unter Klaproth's Voritze zur gegenseitigen Mittheilung ihrer wissenschaftlichen Untersuchungen, besonders auch über den Galvanismus, vereinigt haben.

d. H.

Wird Wasser oder eine andere Flüssigkeit der Einwirkung einer Voltaischen Säule in einer *geraden Röhre* ausgesetzt, so muß, soll sich eine ansehnliche Menge Gas entwickeln, das untere Ende der Röhre offen in ein Gefäß, das mit der nämlichen Flüssigkeit gefüllt ist, gesetzt werden, damit das Gas, das sich entbindet, die in der Röhre befindliche Flüssigkeit heraus treiben kann. Allein nicht zu gedenken, daß hier nur so viel Luft erhalten wird, als die Länge der Röhre gestattet, und es unbecquem ist, sehr lange und weite Röhren anzuwenden, besonders wenn man mit andern Flüssigkeiten als Wasser arbeitet; so hat diese Vorrichtung den Nachtheil, daß die Flüssigkeit, auf welche der Galvanismus wirkt, dabei aus der Röhre entweicht, und daher nur mit Unzuverlässigkeit zu einem und eben demselben Versuche wiederhohlentlich angewandt werden kann. Und doch glaube ich, daß es von großer Wichtigkeit seyn möchte, wenn man eine bestimmte Menge einer Flüssigkeit wiederhohlentlich der Einwirkung galvanischer Säulen aussetzen, und ihre Gewichts- und andern Veränderungen untersuchen und vergleichen könnte. Ueberdies dient die einfache Röhre gar nicht, die Gasarten jede für sich aufzusammeln, welche die Drähte der beiden Enden einer galvanischen Säule in manchen Fällen zugleich entwickeln. Eine *doppelt-schenkeltige* in Gestalt eines V gekrümmte Röhre hat die große Unannehmlichkeit, daß sich nur ein kleiner Antheil Gas sammeln kann, weil in der vollkommen ver-

schlossnen Röhre kein Ausweichen der Flüssigkeit möglich ist. Zwar kann man, unter abgeänderten Umständen, *zwei einfache* Röhren dergestalt anlegen, daß jede die Gasart eines der Drähte einzeln aufnimmt. *) Doch läßt sich schwerlich läugnen, daß man bis jetzt diese Apparate noch nicht so eingerichtet hat, daß sich in ihnen aus einer und derselben Menge von Flüssigkeit gerade so viel Gas entwickeln liesse, als diese Flüssigkeit zu geben im Stande ist. In dieser Hinsicht, hoffe ich, daß die Anzeige folgender Einrichtung eines solchen Apparats den Galvanisten willkommen seyn werde.

Bei der Behandlung von Flüssigkeiten unter den Umständen, *wo der eine Draht ein Oxyd bereitet und nur der andere Draht Luft entwickelt*, bediene ich mich einer Vorrichtung, wie Fig. 1, Taf. I sie vorstellt. *AB* ist ein aus einer gewöhnlichen Glasröhre geblasener Kolben, aus dem die kleine Röhre *C* hinaus geht. Man verschließt diesen mit einem Korkitöpsel, durch welchen ein Draht geht, fällt dann den Kolben mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, und verschließt darauf auch die obere Mündung *A* mit einem Korke, in welchen ein zweiter Draht, und zugleich eine gekrümmte Entbindungsröhre *DE*, luftdicht befestigt ist. Auf diese Weise wird die sich

*) Dahin gehören die in den Annalen beschriebenen Vorrichtungen: Nicholson's *Ann.*, VI, 355; Cruickshank's *Ann.*, VII, 91; Davy's VII, 116; Ritter's VII, 376; Klinger's VII, 350, und Pfaff's VII, 363. d. H.

entwickelnde Luft in dazu schicklichen Gefäßen bei
Faufgenommen, ohne dafs von der zu untersuchen-
den Flüssigkeit das Geringste aus dem kleinen Kol-
ben *AB* entweicht.

In Fällen, *wo an beiden Drähten eine Gasent-
wicklung Statt findet*, dient mir eine gekrümmte
Röhre *ACB*, Fig. 2, die an ihren (beiden Oeffnun-
gen *A* und *B* ebenfalls mit guten Korkstöpseln ver-
schlossen wird, in welchen die nöthigen Drähte
und Entbindungsröhren luftdicht eingekittet sind.
Da dieser Apparat an beiden Seiten offen ist, und
also gefüllt als Heber wirken mufs, so ist es, beson-
ders in einigen Fällen, nöthig, darauf zu sehen, dafs
der Wasserstand auf beiden Seiten in den Gefäßen
D und *D'* immer gleich hoch erhalten werde, damit
nicht auf der einen Seite die Flüssigkeit aus der ge-
krümmten Röhre trete, und auf der andern das
Sperrwasser in sie eindringe. Dafs die Regulirung
hierbei wenig Mühe verursacht, davon habe ich mich
durch wiederholten Gebrauch überzeugt, indem
selbst bei der Einwirkung der stärksten Säulen die
Gasentwicklung nicht so schnell vor sich geht, um
Veränderungen in der Wasserhöhe zu verursachen,
die eine unterbrochene Aufmerksamkeit erforder-
ten.

Ich habe diesen Apparat auch angewandt, um
*Flüssigkeiten verschiedener Art zu gleicher Zeit und
in Berührung mit einander der Wirkung des gal-
vanischen Stroms auszusetzen*. So wiederholte
ich damit die von Ritter angeführten Versuche,

indem ich entweder den untern Theil der Röhre *C*, Fig. 2, mit concentrirter Schwefelsäure bis zu einer gewissen Höhe in beiden Schenkeln, z. B. bis *EE*, und den übrigen Theil *EA* und *EB* mit Wasser füllte, oder indem ich einen ganzen Schenkel, z. B. *BC*, mit Schwefelsäure, bis zur Höhe *F* des andern Schenkels, und den übrigen Theil *AF* dieses Schenkels mit Wasser anfüllte. Selbst bei einem solchen Versuche mit Flüssigkeiten von verschiednem eigenthümlichen Gewichte ist die Regulirung der Wasserhöhen in den Gefäßen *D*, *D'*, ohne Schwierigkeit zu erhalten. Will man z. B. Wasser und concentrirte Schwefelsäure zum Versuche anwenden, so geschieht die Füllung dieses Apparats folgender Maffen. Man bringt vermittelst eines kleinen Stechhebers concentrirte Schwefelsäure im untern Theile *C*, Fig. 2, der Röhre, bis zu einer beliebigen Höhe der Schenkel, z. B. bis *EE*. Dann verschließt man die Oeffnung *A* mit einem gewöhnlichen Korne luftdicht, und füllt den Schenkel *BC* mit Schwefelsäure vollkommen an. Hernach wird die Oeffnung *B* mit einem Korne verschlossen, in welchen die Entbindungsröhre nebst dem erforderlichen Drahte befestigt ist. Beim Hereindrücken desselben entweicht die überflüssige Schwefelsäure durch die Entbindungsröhre, und füllt diese ganz an, worauf die Oeffnung *G* derselben mit einem kleinen Korkstopfen verschlossen wird. Nun öffnet man *A*, bringt mit einem Stechheber destillirtes Wasser, das man langsam an den Wänden der Röhre herunter fließen

läßt, über die Schwefelsäure, bis der ganze Schenkel *AE* damit angefüllt ist, und verschließt auch die Oeffnung *A* mit einem auf gleiche Art wie bei *B* zugerichteten Korke. Endlich bringt man unter jeder Entbindungsröhre ein kleines Gefäß *D*, *D'*, und füllt beide mit reinem Wasser dergestalt an, daß auf der Seite der schwerern Flüssigkeit, das Wasser in demselben Verhältnisse niedriger steht, in welchem das eigenthümliche Gewicht dieser Flüssigkeit, das der Flüssigkeit im andern Schenkel übersteigt. Im gewählten Beispiele würde man also zuerst den Wasserstand in beiden Gefäßen *D* und *D'* mit der Höhe der Schenkel *A* und *B* gleich zu machen suchen, und dann im Gefäße *D'*, welches sich auf der Seite der leichtern Flüssigkeit befindet, den Wasserstand ungefähr um die Hälfte von *BC* erhöhen, indem die concentrirte Schwefelsäure nahe doppelt so specifisch schwer als das Wasser ist. Oeffnet man nun die noch geschlossene Entbindungsröhre bei *G*, *) so ist der Apparat im Stande und braucht nun nur in Verbindung mit der Voltaischen Säule gesetzt zu werden.

Noch habe ich einen andern Weg versucht, um Flüssigkeiten in verschiednen Röhren der Einwirkung der galvanischen Säule auszusetzen. Es wurden

- *) Beim Oeffnen dieser Röhre beobachtet man zuerst, ob sich die Flüssigkeiten in beiden Röhren ruhig verhalten, oder ob eine oder die andere Seite eine Vermehrung oder Verminderung der Wasserhöhe erfordert.

nach Fig. 3 zwei Röhren unten durch einen Streifen *mageres Rindfleisch C* vereinigt und durch herum gebundene genälste Blase luftdicht verschlossen, darauf beide Röhren mit reinem Wasser gefüllt, und ihre obern Oeffnungen mit Korkstöpseln verschlossen, durch die Drähte und Entbindungsröhren luftdicht gingen. Das Fleisch giebt in diesem Falle einen guten Leiter des Galvanismus, ohne jedoch selbst eine Gasentwicklung zu veranlassen. *) Allein es erleidet bei diesem Prozesse dennoch eine merkwürdige Veränderung, und man bemerkt jederzeit, daß das der Silberseite entgegen stehende Fleischende *D* eine hochrothe Farbe annimmt, und auch eine so gefärbte Flüssigkeit absetzt, indess das andere der Zinkseite zugekehrte Ende des Fleisches *E* gänzlich entfärbt wird, und ein gallertartiges Ansehn erhält. **)

Auch könnte man die oben beschriebenen Vorrichtungen zu einem *Galvanoskop* anwenden, um damit die Stärke der Wirkungen verschiedener Säulen gegen einander zu vergleichen, indem die Stärke ihrer Wirkung in geradem Verhältnisse der Räume

*) Vergl. *Annalen der Physik*, VII, 116. d. H.

**) Als ich eine galvanische Säule statt mit nassen Tuchplatten mit *Fleischscheiben* schichtete, nahm ich an jeder dieser Fleischscheiben gerade dieselbe Veränderung wahr. Sie wurden dadurch gegen die Fäulniß geschützt, so daß sie nach mehreren Tagen noch keinen Geruch nach Fäulniß verbreiteten.

stehen möchte, welche die, vermittelst ihrer, in einerlei Zeit entwickelten Gasarten einnehmen. Vielleicht würde eine nach Fig. 4 getroffene Einrichtung ein solches bequemes Instrument abgeben, wenn man nämlich eine Glasröhre *AB* unten mit einem Korke, in welchem ein Platin- oder Golddraht befestigt ist, verschlöße, selbige bis in *C* mit reinem Wasser füllte, und in ihre obere Mündung einen zweiten Platindraht, nebst der krummen Röhre *D* und daran befindliche Kugel und Röhre *F*, luftdicht befestigte. Die Kugel wäre zur Hälfte mit einer gefärbten Flüssigkeit anzufüllen und die Röhre *F* von so geringer Weite zu nehmen, als es die deutliche Wahrnehmung der darein tretenden Flüssigkeit gestattete. Die krumme Röhre *D* wäre mit einem kleinen Tubulus *G* zu versehen, der durch einen genau darin passenden Stöpsel luftdicht geschlossen werden könnte, und wodurch man beim Oeffnen den Wasserstand in der Kugel und der Röhre *F* immer zu einerlei Höhe zurück brächte. *) — Würde nun, nachdem dies geschehen, und *G* wieder luftdicht verschlossen ist, das Instrument mit den Enden einer Voltaischen Säule in Verbindung gesetzt, so triebe das sich entwickelnde Gas die Flüssigkeit in der

*) Noch besser ließe sich an dieser Stelle ein kleiner, nach zwei Richtungen durchhohrter Hahn anbringen, der sowohl Communication zwischen der Röhre *A* und der Kugel *E*, als auch zwischen beiden und der äußern Luft, abwechselnd gestattete.

Röhre *F* hinauf. Ihr Stand könnte dann an einer dazu bestimmten Skale die Stärke der Wirkung in einer bestimmten Zeit angeben. Noch einfacher würde diese Vorrichtung werden, wenn man unmittelbar im obern Theile der Röhre *AB* eine sehr enge Glasröhre befestigte und bis in die Flüssigkeit reichen ließe. Nur möchte hier das Färben der Flüssigkeit, und die Einrichtung, die Flüssigkeit beider Röhren vor Anfang eines Versuchs zu einem gleichen Stande zu bringen, mehr Hindernisse darbieten. So viel für jetzt von der Einrichtung dieses Instruments. Vielleicht daß jemand es seiner Aufmerksamkeit würdigt, und es noch mehr vervollkommnet. So bald ich einige galvanische Versuche anderer Art, die mich jetzt beschäftigen, beendigt habe, werde ich mich mit einem solchen Instrumente versehen und meine Bemerkungen über die Wirkungsart desselben bekannt machen.

2. *Versuche über die Einwirkung der Voltaischen Säule auf das Wasser und die concentrirte Schwefelsäure.*

Die neuern Versuche über die Einwirkung des verstärkten Galvanismus auf das Wasser, besonders auch die, mit welchen Ritter in Jena das physikalische Publicum beschenkte, *) mußten allgemei-

*) *Annalen der Physik*, VI, 348 f.; VII, 115 f. und die Ritterschen Aufsätze in Voigt's *neuem Magazin* und Crell's *chem. Annal.* d. H.

ne Aufmerksamkeit erwecken. Der Gegenstand der Untersuchung ist so wichtig, und die Erfolge scheinen einen so grossen Einfluß auf das heutige System der Wissenschaft zu haben, daß es wohl einem jeden, dem es um Beförderung oder Berichtigung in dem letztern zu thun ist, zur Pflicht wird, diese interessanten Erscheinungen zu verfolgen.

Bekanntlich zieht Ritter aus seinen Versuchen die Folgerung: „Das bisher durch Synthese und Analyse als zusammen gesetzt erkannte Wasser sey einfach, und lasse sich nicht durch die Einwirkung der Voltaischen Säule in seine respectiven Bestandtheile, nämlich Oxygen und Hydrogen, zerlegen, sondern der ponderable Antheil des Wassers selbst werde durch die Wirkung der obern oder untern Seite der Säule nach Gefallen in Oxygen- oder Hydrogen-Gas verwandelt.“

Gegen diese Folgerung ließe sich jedoch anführen, daß, angenommen, Oxygen und Hydrogen seyen nicht Bestandtheile des Wassers, sondern neue Producte aus demselben, dies noch nicht zu dem Schlusse berechtigt, das Wasser, als den einen Bestandtheil dieser Producte, als einfach anzunehmen. Allein es ist auch dies nicht die einzige Ansicht, welche das Resultat dieser Versuche darbietet. Wir kennen mehrere Stoffe, die bei verschiedenen Verhältnissen ihrer Bestandtheile unter so abwechselnden Modificationen erscheinen können. Wie, wenn durch die Wirkung des Galvanismus bloß das Ver-

hältniß der respectiven Bestandtheile des Wassers oder des *Oxyde d'hydrogène* verändert würde, indem auf der einen Seite durch Entziehung eines Theils Hydrogen ein *Oxyde d'hydrogène oxydé*, auf der andern durch Entziehung eines Theils Oxygen ein *Oxyde d'hydrogène hydrogéné*, ein *Hydrure* entstünden? Ich gebe dies bloß als Muthmaßung, zufolge der Analogie mit dem Verhalten anderer Stoffe. Die Erfahrung allein kann uns hierüber Gewißheit verschaffen.

In der Ueberzeugung, daß sich nur nach einer großen Menge richtig beobachteter Thatfachen mit Sicherheit ein Lehrgebäude aufstellen läßt, oder Beichtigungen in einem schon vorhandenen treffen lassen, machte ich es mir im Laufe der folgenden Versuche zur Pflicht, ohne nach dem *wie* noch *warum* zu fragen, lediglich mein Augenmerk auf die richtige Beobachtung der dabei eintretenden Erscheinungen zu richten, und selbige bis in das kleinste Detail zu verfolgen.

Die Ritterschen Versuche sind jedem bekannt; ich übergehe also die Beschreibung derselben. Zur Wiederholung dieser Versuche habe ich mich des vorher beschriebenen Apparats bedient, daher ich mich, was den Apparat und die Art, damit zu verfahren, betrifft, hier auf das Vorige beziehen kann.

Versuch 1. In der doppeltstängeligen Röhre, Fig. 2, Taf. I, wurde der eine Schenkel mit *concentrirter Schwefelsäure*, der andere mit *reinem Wasser*

Wasser gefüllt. *) Durch die beiden Korkstöpsel gingen reine *Golddrähte*. Der in die *Schwefelsäure* reichende Draht wurde mit dem *Silberende*, der im *Wasser* befindliche Draht mit dem *Zinkende* einer Batterie von 50 Schichten in Verbindung gesetzt. Das Resultat dieses Versuchs war folgendes:

a. Im ersten Augenblicke der Verbindung; Gasentwicklung an beiden Drähten; jedoch hörte diese am Drahte der *Schwefelsäure* nach einigen Sekunden auf und stellte sich nicht wieder ein.

b. Es entstand ein weißlich-gelber Niederschlag in der *Schwefelsäure*.

c. Binnen 48 Stunden hatten sich an der Zinkseite aus dem mit *Wasser* gefüllten Schenkel 0,76 Cubikzoll Luft entwickelt, die sich bei der Untersuchung als *Sauerstoffgas* verhielt.

d. Beim Oeffnen der Röhre war auf der Seite der *Schwefelsäure* ein Geruch nach geschwefeltem *Wasserstoffgas* zu bemerken.

e. Der erhaltene gelbe Niederschlag verhielt sich als *Schwefel*.

Versuch 2. Die gekrümmte Röhre, Fig. 2, auf die nämliche Art mit *Wasser* und *Schwefelsäure* gefüllt, aber mit *Platindrähten* versehen, gab unter den nämlichen Umständen

a. Gasentwicklung an beiden Drähten, die binnen der ganzen Zeit des Versuchs anhielt.

*) Vergl. S. 16.

b. Der Niederschlag von Schwefel in der Schwefelsäure fand hier *nicht* statt.

c. Nach 48 Stunden hatten sich auf der Silberseite aus dem Schenkel mit Schwefelsäure 1,42 Cubikzoll Wasserstoffgas, auf der Zinkseite aus dem Schenkel mit reinem Wasser 0,70 Cubikzoll Sauerstoffgas entwickelt.

Versuch 3. Die gekrümmte Röhre, Fig. 2, auf oben beschriebene Art mit Schwefelsäure und Wasser gefüllt, und mit Golddrähten versehen, wurde mit einer Voltaischen Säule von 50 Schichtungen so in Verbindung gesetzt, daß das Wasser mit der Silberseite, die Schwefelsäure mit der Zinkseite communicirte, nun also eine entgegengesetzte Verbindung als in No. 1 statt fand. Es ergab sich

a. Gasentwicklung auf *beiden* Seiten, jedoch im Anfange sehr schwach auf der Zinkseite.

b. Die Schwefelsäure nahm eine smaragd-grüne Farbe an, die sich nach einem Tage in Goldgelb veränderte.

c. Nach 48 Stunden hatten sich von der Zinkseite aus dem Schenkel mit der Schwefelsäure 0,74 Cubikzoll Gas, von der Silberseite aus dem Schenkel mit Wasser 2,04 Cubikzoll Gas entwickelt. Ersteres war Sauerstoffgas, letzteres Wasserstoffgas.

d. Die Schwefelsäure hatte Gold aufgelöst. Sie wurde in 2 Theile getheilt, und aus dem einen Goldpurpur, aus dem andern Knallgold niederschlagen.

Versuch 4. Derselbe Versuch wurde auch mit *Platindrähten* angestellt. Die Schwefelsäure litt weiter keine Veränderung, als das sie ihre bräunliche Farbe verlor. Binnen 48 Stunden hatten sich 0,74 Cubikzoll Sauerstoffgas von der Zinkseite und 1,77 Wasserstoffgas von der Silberseite entwickelt.

Versuch 5. Eine doppelstückenkelige Röhre, in beiden Schenkeln mit *concentrirter Schwefelsäure* gefüllt und mit *Golddrähten* versehen, wurde in die Kette gebracht.

Es entstand *weiter* Gasentwicklung, *noch* eine andere Erscheinung.

Versuch 6. Eine ähnliche ganz mit *Schwefelsäure* gefüllte, aber mit *Platindrähten* versehene Röhre gab folgende Erscheinungen:

a. Fortdauernde Gasentwicklung an beiden Drähten.

b. Niederschlag von Schwefel.

c. In 72 Stunden 1,14 Cubikzoll geschwefeltes Wasserstoffgas von der Silberseite und 0,84 Cubikzoll Sauerstoffgas von der Zinkseite.

Versuch 7. Die gekrümmte Röhre wurde mit *flüchtiger Schwefelsäure* gefüllt in beiden Schenkeln und mit *Platindrähten* versehen. Es ergab sich

a. Gasentwicklung an beiden Drähten, jedoch im Anfange sehr langsam auf der Zinkseite.

b. Es schlug sich Schwefel nieder.

c. Die Silberseite lieferte in 48 Stunden 1,98 Cubikzoll geschwefeltes Wasserstoffgas, die Zinkseite 0,57 Sauerstoffgas.

d. Die flüchtige Schwefelsäure auf der Zinkseite war in vollkommene Schwefelsäure verändert worden, und veränderte die violette Farbe der Auflösung des mineralischen Chamäleons nicht. Durch die im Schenkel der Silberseite wurde die Farbe desselben augenblicklich zerstört.

Bei allen angeführten Versuchen, wo ich mich der Golddrähte bedient habe, kann man übergoldete Silberdrähte mit gleichem Erfolge anwenden. Ich habe damit dieselben Resultate erhalten; nur habe ich bemerkt, daß der im Wasser befindliche Draht bis auf die goldne Hülle aufgelöst wird. *)

3. Versuche über die Erzeugung einer Säure und eines Laugensalzes durch Einwirkung der Voltaischen Säule auf das Wasser.

Mehrere Naturforscher haben schon die Erzeugung einer Säure und eines Laugensalzes durch galvanische Electricität bemerkt. Cruickshank, Böckmann, und Pfaff erklären die Säure für Salpetersäure, und das Laugensalz für Ammonium. **)

*) Wahrscheinlich durch die erzeugte Salpetersäure. Man vergleiche jedoch S. 41, Versuch 7.

**) Man vergleiche in diesen *Annalen* B. VI, 350, 361, 370; VII, 94, 109, 145, 303.

Ich habe eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand angestellt, und theile durch gegenwärtigen Aufsatz die Resultate derselben mit.

Versuch 1. Zwei Röhren, Fig. 3, Taf. I, die unten mit einem Streifen mageren *Rindfleisches* verbunden, und zugleich luftdicht verschlossen waren, wurden mit *reinem destillirten Wasser* gefüllt, oben mit den gehörigen Korkstöpseln und *Golddrähten* versehen, und darauf mit einer Säule von 50 Schichtungen in Verbindung gestellt. Es ergab sich:

a. Gasentwicklung an beiden Drähten, die jedoch auf der Zinkseite, wenigstens am Drahte, zuletzt sehr nachliefs. Dagegen entwickelten sich häufig Blasen aus verschiedenen Orten der Flüssigkeit. *)

b. Das Wasser auf der Zinkseite hatte eine goldgelbe Farbe nach Verlauf von 48 Stunden angenommen.

c. Binnen 72 Stunden hatte die Zinkseite 1,1 Cubikzoll Sauerstoffgas, die Silberseite 2,84 Cubikzoll Wasserstoffgas entwickelt.

d. Die gelb gefärbte Flüssigkeit auf der Zinkseite, über welche der Kork stark gebleicht war, hatte einen unverkennbaren Geruch nach oxydirter Salzsäure. Sie röthete die Lackmustinctur stark. Mit kohlensaurem Kali versetzt, brausste sie auf. Die neu-

*) Eine ganz neue, und wie mir scheint, besonders wichtige Bemerkung, d. H.

tralisirte Flüssigkeit würde zur Trockniss verdunstet, beim Wiederauflösen blieb Gold zurück, und die filtrirte Lauge wurde zur KrySTALLISATION befördert. Bei zweimahl wiederholter KrySTALLISATION erhielt ich jedesmahl regelmässige Würfel, und am Rande der kleinen Schaaale fanden sich einige spiessige KrySTALLE.

e. Diese KrySTALLE knisterten im Feuer; ihre Auflösung schlug aus der salpetersauren Silberauflösung Hornsilber nieder, und sie verhielten sich in allem wie *salzsaures Kali*, (Digestiv-Salz.) — Auf der Zinkseite war also *Salzsäure* erzeugt worden, oder vielleicht ein *Gemisch von dieser und Salpetersäure*.

f. Die Flüssigkeit in der Röhre der Silberseite verbreitete beim Oeffnen einen deutlichen Geruch nach Ammonium. Sie wurde mit Salzsäure gesättigt, und schoss nun zu reinem *Salmiak* an.

Versuch 2. Von zwei Röhren, wie die im vorigen Versuche zugerichteten, wurde die eine mit *reinem Wasser*, die andere mit *kohlensaurem Kali* gefällt, und der Golddraht der erstern mit der *Silberseite*, der Golddraht der letztern mit der *Zinkseite* der Säule in Verbindung gesetzt. Das Resultat war folgendes:

a. Gasentwicklung an beiden Drähten und Aufschäumen im kohlensauren Kali.

b. Es entwickelten sich binnen 72 Stunden 2,1 Cubikzoll *Wasserstoffgas* von der Silberseite und 1,76 Cubikzoll *Luft* von der Zinkseite. Diese letztere war über Quecksilber aufgefangen worden, und

bestand aus 76 Theilen *kohlensaurem Gas* und 100 Theilen *Sauerstoffgas*.

c. Die Kalilauge fand sich nicht allein vollkommen neutralisirt, sondern selbst mit Säure überfättigt. Sie hatte eine goldgelbe Farbe angenommen, röthete die Lackmus-Tinctur; auch der Kork dieser Röhre war stark gebleicht worden. Die überschüssige Säure wurde mit *kohlensaurem Kali* gesättigt. Es entstand Aufbrausen, welches durch Wärme befördert wurde; nach gehöriger Behandlung schied sich das aufgelöste Gold, und die reine Lauge schoss nun zu würfeligen Krystallen an, die sich bei der Untersuchung als *salzsaures Kali* verhielten.

d. Die Flüssigkeit der zweiten Röhre verhielt sich wieder als eine Auflösung von *Ammonium*. Mit *Salzsäure* gesättigt, schoss sie zu *Salmiak* an.

Versuch 3. Der nämliche Versuch wurde mit *silbernen Drähten* wiederholt. Die Röhre blieb 72 Stunden mit der Säule von 50 Schichtungen in Verbindung, und es ergab sich:

a. im Anfange Gasentwicklung auf beiden Seiten, die jedoch auf der Zinkseite, in der Kalilauge, bald aufhörte. Die Silberseite lieferte 0,88 Cubikzoll *Wasserstoffgas*.

b. Das Kali hatte keine Veränderung erlitten. *)

*) Vielleicht etwas *Kohlensäure* verloren, (denn es war vollkommen *kohlensaures Kali* dazu gebraucht worden.) Man vergleiche c. S.

c. Der Silberdraht im Kali war mit einer schwärzlichen, bröcklichen Masse umgeben, die sich als eine hohle Röhre von dem sehr dünnen Ueberreste des Drahts herunter streifen liefs. Schwach gegläht wurde sie weifs, blieb aber bröcklich; vor dem Löthrohre schmolz sie zu einem Silberkorne; mit Salpetersäure behandelt, löste sie sich mit Aufbrausen auf, und die entwickelte Luft trübte das Kalkwasser, und wurde davon absorbirt. Es scheint also, dafs es kohlenfaures Silberoxyd war.

d. die Flüssigkeit in der andern Röhre hielt wieder Ammonium, jedoch in geringerer Menge als bei den vorigen Versuchen. *)

Ich suchte nun bei den folgenden Versuchen die Berührung des Fleisches mit dem Wasser ganz zu vermeiden.

Versuch 4. Ich verschlofs die beiden Röhren unten mit Kohlenstöpseln, die ich mit Siegelack einkittete, und verfah sie oben mit Golddrähten. Allein in der Entfernung von $\frac{3}{4}$ Zoll waren die Wirkungen äufserst schwach, und selbst bei der Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll ging die Gasentwicklung sehr langsam. Etwas besser ging es, wenn ich die Kohlenstöpsel nach innen zuspitzte, aber in diesem Falle entwickelten die Kohlenstöpsel auch Luft, **) und

*) Diesen Versuch werde ich wegen des abweichenden Resultats nächstens wiederholen. S.

**) Ganz Davy's Versuchen über die Wirkung der Kohle in Volta's Säule, *Annalen*. VII, 127, gemäß. d. H.

ich mußte es aufgeben, die *Kohle* bei diesem Versuche mit Vortheil anzuwenden.

Versuch 5. Die Röhren wurden unten mit dünnen *Korkstöpseln* verschlossen, die ich zuvor in kochendem Wasser unter der Glocke der Luftpumpe behandelt hatte, damit sie recht von Wasser durchdrungen werden sollten; aber mit eben so ungünstigem Erfolge. Ich konnte selbst bei sehr kleinen Entfernungen keinen Uebergang der galvanischen Electricität hervor bringen. *)

Versuch 6. Auch der *englische Graphit* wurde zu Stöpseln dieser Röhren gebraucht. Er leitet vortreflich, zersetzt aber auch eben so vollkommen. Es entstand also in den Röhren eine zwiefache Gasentwicklung, die bei dem gegenwärtigen Versuche vermieden werden soll. Das Gas, welches sich von beiden Röhren entwickelte, wurde durch den electrischen Funken detonirt, und bewies sich als eine Mischung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas.

Versuch 7. Ich wollte nun sehen, was aus dem Wasser werden würde, wenn es in einer doppeltsehenkeligen Röhre, wie Fig. 2, Taf. I, lange Zeit über galvanisirt würde. Die Röhre mit reinem *destillirten Wasser* gefüllt und mit *Golddrähten* ver-

*) In wie fern dieses dem Pfaßschen Apparate, der in den *Annalen*, VII, 363, beschrieben wird, günstig oder nachtheilig ist, scheint hierdurch noch unausgemacht zu seyn. d. H.

sehen, blieb 8 Tage mit einer Säule von 50 Schichtungen verbunden. Es ergab sich:

a. Lebhaftes Gasentwickelung an beiden Röhren während der ganzen Dauer des Versuchs.

b. Es hatten sich in allem 2,94 Cubikzoll Sauerstoffgas und 6,07 Cubikzoll Wasserstoffgas entwickelt.

c. Im Schenkel auf der Silberseite hatte sich Goldpurpur niedergeschlagen, und das Wasser in diesem Schenkel änderte die Farbe des gerötheten Lackmuspapiers in Blau, deutete daher auf eine Spur von Laugenfalz; das aber durch kein anderes Mittel zu erkennen war.

d. Das Wasser im andern Schenkel schien unverändert. Wenigstens sauerhaltig war es nicht im geringsten. *)

Es scheint also doch, als habe die Gegenwart des Fleisches viel zu der oben bemerkten Salzsäureerzeugung beigetragen. **) Aber woher Salzsäure? Auch habe ich gefunden, daß, wenn man Fleischscheiben zum Schichten der Säule statt der nassen Tuchscheiben anwendet, aus diesen, nach dem

*) Hier fand also die Säureerzeugung nicht Statt. Und warum war sie erfolgt bei andern Versuchen, (S. 36, Anm.,) beinahe unter gleichen Umständen? S.

**) So vielleicht auch zum Erfolge der Pfaffschen Versuche, Ann., VII, 519, die Gegenwart des Korks. d. H.

Gebrauche von einigen Tagen, sich Salmiak auslaugen läßt; denn die Lauge von diesen Scheiben schlägt aus der salpetersauren Silberauflösung Hornsilber nieder, und giebt, mit ätzendem Kali angerieben, einen starken Geruch nach Ammonium.

Die nähere Bearbeitung dieser Versuche und ihre Verfolgung unter abgeänderten Umständen werden noch lange meine physikalische Hauptbeschäftigung ausmachen, und ich werde nicht unterlassen, die gesammelten Resultate nach und nach bekannt zu machen.

III.

Ueber den Einfluss des einfachen Galvanismus auf die thierische Reizbarkeit,

von

Dr. G. R. TREVIRANUS,

Professor der Physik zu Bremen.

Unter allen neuern Entdeckungen in der Lehre vom Galvanismus ist vielleicht keine in physiologischer Rücksicht wichtiger, als die Ritter'sche über den Einfluss geschlossener galvanischer Ketten auf die thierische Reizbarkeit. Ritter machte sie mit Hülfe des einfachen Galvanismus, und erhielt schon auf diesem Wege eine Menge der interessantesten Resultate. Um wie viel reicher wird also nicht die Ausbeute seyn, wenn scharfsinnige Experimentatoren diesen Weg mit Hülfe des von Volta zur Verstärkung der galvanischen Kraft entdeckten Mittels verfolgen werden! *)

Die Wichtigkeit des Gegenstandes bewog mich, gleich nach Erscheinung der Schrift, worin Ritter seine Entdeckung bekannt machte, **) die

*) Der Verfasser kannte noch nicht Ritter's Briefe an den Herausgeber der Annalen; *Annalen*, 1801, VII, 431. d. H.

**) Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprozess im Thierreiche begleitet. Von J. W. Ritter, Weimar 1798.

Versuche, zu welche sie sich gründet, zu wieder-
 hohlen. Ich fand sie in der Hauptsache bestätigt,
 erhielt aber zugleich auch Resultate, wodurch sie
 einige Einschränkungen erleidet. In der Hoffnung,
 bald Gelegenheit zu finden, diese Resultate, alle
 sich mir bei der Anwendung des einfachen Galva-
 nismus dargeboten hätten, vermittelst Volta'scher
 Batterien prüfen zu können, verschob ich bisien
 die Bekräftigung derselben von einer Zeit zur
 andern. Inzwischen fehlte es mir immer bei vor-
 rätigen Fröschen an Mülse, und nachher im Win-
 ter bei Mülse an Fröschen. Wahrscheinlich wird
 jenes erstere Hinderniß auch noch ferner bei mir
 statt finden, und ich glaube daher eingermassen
 entschuldigt zu seyn, wenn ich hier Beobachtungen
 liefere, die sich vermittelst der neuen Volta'schen
 Entdeckung weiter hätten verfolgen lassen, als es
 von mir geschehen ist.

Ritter's Entdeckung über den Einfluß ge-
 schlossener galvanischer Ketten auf die thierische
 Reizbarkeit, ist bekanntlich im Allgemeinen die,
 daß die Irizabilität in einem Froschenkel erhöht
 wird, wenn der Nerve desselben mit Silber, und ei-
 ner der Muskeln mit Zink armirt wird, und diese
 Kette eine Zeit lang geschlossen bleibt, hingegen de-
 primirt, wenn die Ordnung der Kettenglieder die
 entgegengesetzte ist. Folgende von mir gemachte
 Beobachtungen bekräftigen diese Entdeckung:

1. Am 11ten April 1799 bemerkte ich in ei-
 nem Froschenkel, womit schon verschiedne an-

ders galvanische Versuche gemacht waren, und dessen Nerve auf einer Silberstange lag, fortdauernde Contractionen einzelner Faserbündel. Ich verband die Muskeln dieses Schenkels mit dem Silber durch Zink, und nun hörten die Contractionen völlig auf, so lange die Kette geschlossen blieb, kehrten aber zurück, sobald die Armaturen wieder getrennt wurden.

Am 17ten April 1800 um 6 Uhr Nachmittags armirte ich die Muskeln der Hinterschenkel eines Frosches mit Silber, und die Nerven derselben mit Zink, schloß diese Kette, und öffnete sie zwei Stunden nachher wieder. Es erfolgte hierbei eine kaum merkliche Zuckung. Nachdem ich aber die Kette verschiedne Mahl gleich nach einander geschlossen und geöffnet hatte, nahmen die Zuckungen wieder an Stärke zu. Die Contractionen beim Schließen der Kette waren immer heftiger als die beim Oeffnen derselben.

Ich verwechselte hierauf die Metalle, indem ich das Silber den Nerven, und das Zink den Muskeln unterlegte, und schloß diese Kette. Es entstanden hierbei ungleich heftigere Zuckungen, als sich vermittlest der vorigen entgegengesetzten Kette hervorbringen ließen. In dieser geschlossnen Kette ließ ich die Hinterschenkel bis zum folgenden Vormittag um 11 Uhr liegen. Als jetzt die Metalle wieder getrennt wurden, erfolgte eine langsame, aber kräftige und lange anhaltende Contraction, die sich auch immer wieder erneuerte, so oft die Kette

von neuem geschlossen und geöffnet wurde. Die stärkste Contraction fand jetzt immer beim Oeffnen statt. Hingegen trat der entgegengesetzte Fall ein, wenn ich die Kettenglieder verwechselte. Die Schließungszuckung bei dieser Construction war der Oeffnungszuckung bei der vorigen, so wie die Oeffnungszuckung bei der erstern der Schließungszuckung bei der letztern an Stärke gleich.

4. Am 3ten April 1800 um 12 Uhr Mittags wurden die beiden noch mit einander verbundenen Hintersehenkel *Mm*, (Fig. 1,) eines jungen Froches vermittelt ihrer Nerven *Nn* der geschlossnen Kette *ZS* aus Zink *Z* und Silber *S* ausgesetzt. Um 3 Uhr Nachmittags wurde die Kette wieder geöffnet. Beide Schenkel blieben hierbei völlig in Ruhe. Als nachher die Kette abwechselnd geöffnet und geschlossen wurde, zuckte bloß der Schenkel *m*, dessen Nerve *n* auf dem Silber *S* lag. In dem andern *M* erfolgten keine Contractionen, auch nachdem ich die Unterlagen verwechselte hatte.

5. Ich ließ jetzt die beiden Schenkel in einer geschlossnen Kette mit verwechselten Unterlagen, (Fig. 2,) von 3½ bis 6½ Uhr Nachmittags liegen. Bei der Trennung der Kette zuckte nun der Schenkel *M*, der durch die vorige Kette zu keinen Contractionen zu bringen war, doch nicht gleich bei der ersten Oeffnung der Kette, sondern erst nach einigen abwechselnden Oeffnungen und Schließungen derselben. Der Schenkel *m* zuckte ebenfalls noch, aber minder lebhaft, als um 3 Uhr. Dieser

zog abrigens sich bei der Schließung, hingegen *M* bei der Oeffnung der Kette zusammen.

Ausgemacht ist es durch diese Versuche, daß eine geschlossene Kette von Zink und Silber unter gewissen Umständen einen entgegengesetzten Effect, entweder auf die thierische Erregbarkeit, oder auf die absolute Kraft des galvanischen Irritaments ausübt, je nachdem das Zink den Muskel, und das Silber den Nerven, oder umgekehrt, das Zink den Nerven und das Silber den Muskel, armirt. Ausgemacht ist es ferner, daß unter jenen Umständen eine Kette der erstern Art die Depression wieder zu heben vermag, die durch eine Kette der letztern Art hervor gebracht ist. Und ausgemacht ist es endlich, daß die Zuckungen der Muskeln bei der Schließung der Kette heftiger sind, als bei der Oeffnung derselben, wenn das Zink den Nerven und das Silber den Muskel bewaffnet, hingegen heftiger bei der Oeffnung der Kette, und schwächer bei der Schließung derselben, wenn die Ordnung der Kettenglieder die entgegengesetzte von jener ist. Unausgemacht aber ist es noch, ob die erwähnte Exaltation und Depression in der thierischen Erregbarkeit, oder in der absoluten Kraft des galvanischen Reizes statt finden, und unausgemacht, ob nicht diese Wirkungen des Zinks und Silbers durch den Zustand des thierischen Organe, die sich in der Kette befinden, modificirt werden. Daß das Letztere wirklich der Fall ist, erhellet aus folgenden Versuchen:

6. Am 1ten April 1800 um 3 Uhr Nachmittags wurden die beiden Hinterschenkel eines Frosches, die schon durch verschiedene andere galvanische Versuche sehr erschöpft waren, einer geschlossnen Kette aus einer Nerven-Armatur von Zink und einer Muskel-Armatur von Silber ausgesetzt. Um 5 Uhr wurde diese Kette wieder geöffnet. Beide Hinterschenkel blieben hierbei völlig in Ruhe. Doch zeigten sich Contractionen, nachdem die Kette einige Mal nach einander geöffnet und geschlossen war, und zwar waren sie schwächer, wenn das Silber an die Stelle der Muskeln applicirt wurde, mit der es während des Geschlossenseyns der Kette in Berührung gewesen war, als wenn die Application an irgend eine andere Stelle geschah. Ferner fand die stärkere Contraction beim Schliessen, die schwächere beim Oeffnen der Kette statt.

7. Ich brachte hierauf die beiden Schenkel in eine andere der vorigen entgegengesetzte Kette, so daß jetzt der Nerve vom Silber, und der Muskel vom Zink armirt war. Bei der Schließung dieser Kette äußerten die Schenkel ungleich lebhaftere Zuckungen, als sich vermittelst der vorigen Kette hervorbringen ließen. Eine halbe Stunde nachher wurde jene wieder geöffnet, worauf aber eben so wenig, als bei der vorigen entgegengesetzten Kette, Contractionen erfolgten. Doch zuckten die Schenkel auch jetzt wieder, wie im vorigen Versuche, nach einigen Oeffnungen und Schließungen der Kette.

Aus diesen beiden Versuchen folgt, *dass eine Nerven-Armatur von Zink mit einer Muskel-Armatur von Silber deprimirende Wirkungen äußern kann, ohne dass sich die hieraus entstehende Depression durch eine entgegengesetzte Kette wieder heben lässt*, und der erstere von den beiden vorhergehenden Versuchen beweiset überdies noch, was auch schon Ritter beobachtet hat, *dass diese Depression nur auf die Stelle der Muskeln, welche mit dem Silber in Berührung gestanden hat, eingeschränkt ist.*

Aber woher jener, von dem des 2ten, 3ten, 4ten und 5ten Versuchs so verschiedene Erfolg? Ich finde nur Eine Ursache, die hieran Schuld seyn kann. Die Froschschenkel, die zu den Versuchen 2, 3, 4 und 5 dienten, waren noch ungeschwächt, hingegen die, woran die Versuche 6 und 7 gemacht wurden, waren vorher schon mit Silber, Zink, Spiesglanz, Kupfer und Eisen galvanisirt. Werden also die Wirkungen des Zinks und Silbers etwa durch vorhergegangene Versuche mit andern Metallen abgeändert? Man kennt die Erfahrungen von Wells, nach welchen ein Metall die Kraft eines andern erhält, wenn es mit diesem gestrichen wird. Werden nicht vielleicht auf ähnliche Art die Kräfte der thierischen Organe durch das Galvanisiren mit gewissen Metallen so abgeändert, dass nachher andere Metalle ganz andere Wirkungen erregen, wie sie sonst hervorbringen? Folgende Versuche machen diese Vermuthung sehr wahrscheinlich:

8. Ehe ich mit den beiden Froschschenkeln des 6ten und 7ten Versuchs die oben beschriebenen Erfahrungen machte, galvanisirte ich sie mit Zink und Spießglanz, und darauf mit Spießglanz und Silber. Beide Ketten brachten gar keine Contractionen hervor. Diese aber erfolgten, nachdem ich die Schenkel vor der Anwendung jener Metalle mit Zink und Silber gereizt hatte.

9. Der Nerve *n*, (Fig. 2,) der beiden Schenkel, womit die Versuche 4 und 5 gemacht wurden, blieb auf der Zink-Armatur *Z* liegen. *N* wurde mit Eisen, Kupfer und Wismuth armirt. Zink und Eisen brachten in beiden Schenkeln Zuckungen hervor, und zwar stärkere, als Zink und Silber. Zink und Kupfer bewirkten bloß in dem Schenkel *m* Contractionen. Durch Zink und Wismuth ließen sich gar keine Bewegungen erregen. — Ich legte hierauf *n* auf Silber, und armirte *N* mit Wismuth, Kupfer, Eisen und Zink. Sowohl Wismuth und Silber, als Kupfer und Silber waren ganz unwirksam. Eisen und Silber brachten schwache Bewegungen in dem Schenkel *m* hervor. Zink und Silber zeigten wieder nicht die mindeste Wirksamkeit.

Im 8ten Versuche machte also der stärkere Reiz des Zinks mit Silber den schwächern und vorhin unwirksamen des Zinks mit Spießglanz und des Silbers mit Spießglanz wirksam. Im 9ten Versuche hoben die vorhergegangenen galvanischen Versuche die Wirksamkeit des sonst stärkern Reizes des Zinks und Silbers auf, ließen aber die des sonst schwächern

Irritaments von Eisen mit Zink, oder Silber zurück. Aehnliche Beobachtungen machte die vom Pariser National-Institute zur Untersuchung des Galvanismus ernannte Commission. *)

Nach diesen Erfahrungen ist es also sehr wahrscheinlich, *dass der Erfolg galvanischer Versuche durch andere vorhergegangene Versuche der Art modificirt wird*, und hierin liegt ohne Zweifel der Grund, warum einerlei Metalle in geschlossnen galvanischen Ketten nicht immer gleiche Wirkungen hervorbringen. Durch diese Erfahrungen wird ferner die Frage beantwortet, die wir oben noch unentschieden lassen mußten: ob die Exaltation und Depression, welche geschlossene Ketten hervorbringen, in der relativen oder in der absoluten Kraft des galvanischen Reizes statt finden? Nur das Erstere kann, den obigen Beobachtungen zufolge, der Fall seyn, und der von meinem verewigten Freunde Niemyer, in dessen Materialien zur Erregungs-Theorie, (S. 203 ff.) bestrittene Schluss, den ich bei einer andern Gelegenheit aus den Wirkungen geschlossner galvanischer Ketten auf das Daseyn von Potenzen, welche die Reizbarkeit vermehren oder vermindern, ohne dieses durch Verminderung oder Vermehrung der schon vorhandenen Reize zu be-

*) S. den Bericht dieser Commission in Ritter's Beiträgen zur nähern Kenntniß des Galvanismus, B. 1, S. 58.

wirken, gezogen habe, erhält hierdurch also einen neuen Beweis.

Zu mehrerer Bestätigung des 6ten und 7ten Versuchs füge ich übrigens noch die beiden folgenden hinzu, welche ebenfalls einen von den Resultaten der Versuche 2, 3, 4 und 5 ganz verschiedenen Erfolg hatten.

10. Von der einen hintern und der einen vordern Extremität eines Frosches, die schon $1\frac{1}{2}$ Stunden vom Körper getrennt, und mit Zink und Silber galvanisirt gewesen waren, brachte ich am 29sten März 1799 um $2\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags die erstere in eine geschlossene Kette aus einer Nerven-Armatur von Silber, und einer Muskel-Armatur von Zink, die letztere in eine entgegengesetzte geschlossene Kette aus einer Nerven-Armatur von Zink und einer Muskel-Armatur von Silber, und öffnete diese Ketten um 5 Uhr Abends wieder. Beide Schenkel zuckten hierbei mit gleicher Heftigkeit. Ungleich lebhafter aber zog sich nachher die vordere Extremität zusammen, als ich die geöffnete Kette derselben wieder schloß. Es erfolgten äußerst heftige Starrkrämpfe, die eine geraume Zeit anhielten, und, nachdem sie nachgelassen hatten, sich bei der geringsten Erschütterung des Apparats wieder erneuerten. Die hintere Extremität zog sich beim Schließen der Kette zusammen, und blieb bei der Trennung der Armaturen meist in Ruhe.

11. Am 30sten März 1799 liess ich den einen Hinterschenkel eines Frosches, worin vorher ho-

mogene Muskel- und Nerven-Armaturen von Stahl ziemlich heftige Contractionen hervorgebracht hatten, in einer geschlossnen Kette von Zink und Silber, wovon dieses den Muskel, jenes den Nerven bewaffnete, einige Zeit liegen. Ich bemerkte aber keinen beträchtlichen Unterschied zwischen derjenigen Zuckung, die beim Schliessen, und derjenigen, die beim Oeffnen der Kette statt fand. — Ich armirte hierauf den Nerven mit Silber und die Muskeln mit Zink, und setzte beide Armaturen durch einen Stanniolstreifen mit einander in Verbindung. Oeffnete ich diese Kette, indem ich die Silber-Armatur von dem Stanniol so wegzog, daß das andere Ende derselben mit dem Nerven in Verbindung blieb, und schloß sie nachher auf eben die Art wieder, so schien mir die stärkere Contraction beim Oeffnen, die schwächere beim Schliessen der Kette zu entstehen. Oeffnete und schloß ich hingegen die Kette, indem ich auf dieselbe Weise mit der Zink-Armatur verfuhr, so schien mir das Gegentheil statt zu finden, und die Schließungszuckung die stärkere, diejenige aber, welche bei der Trennung der Kette entstand, die schwächere zu seyn.

Es ist folglich bewiesen, daß die Wirkungen geschlossner galvanischer Ketten keinesweges constant sind, sondern durch den vorhergegangnen Einfluß anderer galvanischer Agentien modificirt werden. Aber sollten nicht auch andere Ursachen, z. B. die Temperatur, Electricität, Mischung u. s. w. der Atmosphäre ähnliche Modificationen bewirken

können? Die Versuche der Commissarien des National-Instituts über die Wirkung des Erstickens in verschiedenen Gasarten und der Electricität auf die Empfänglichkeit der Thiere für den Galvanismus, lassen an der Richtigkeit dieser Vermuthung keinen Zweifel übrig. Aus diesen folgt: „dafs, wenn alle „Asphyxien, (die durch electriche Schläge mit in- „begriffen,) sich durch die Beraubung einer respi- „rabeln Atmosphäre, und die Unterbrechung der „Functionen der Lungen und des Blutumlaufs glei- „chen, sie in ihren übrigen Wirkungen, nach der „Beschaffenheit der Substanzen, welche sie verur- „sachen, sehr verschieden sind; dafs eine der merk- „würdigsten Veränderungen unter denen, welche „sich nicht auf die Respirations-Organe beschrän- „ken, in den Modificationen besteht, welche die „galvanische Susceptibilität erleidet, und dafs in die- „ser Hinsicht die verschiednen Ursachen der Asphy- „xien beträchtlich unter einander differiren.“*)

Dies vorausgesetzt, so wird man also nicht ein- mahl bei thierischen Organen, die noch nicht dem Einflusse anderer Metalle ausgesetzt gewesen sind, von geschlossnen Ketten constante Wirkungen er- warten dürfen, und mithin Verzicht darauf thun müssen, jetzt schon ein Gesetz für diese Wirkungen ausföndig zu machen. Ritter **) glaubt indess ein

*) Ritter's Beiträge, B. I, S. 84.

Tr.

**) Beweis, dafs ein beständiger Galvanismus u. s. w.,

S. 54.

Tr.

solches Gesetz entdeckt zu haben. Seinen Beobachtungen zufolge soll die Schließungszuckung die stärkere seyn, und eine Depression der Erregbarkeit erfolgen, wenn von zwei verschiedenen Metallen das dem Sauerstoffe am nächsten verwandte den Nerven, das andere den Muskel armirt; die Oeffnungszuckung aber soll die stärkere seyn, und eine Exaltation der Erregbarkeit entstehen, wenn die Ordnung der beiden Metalle die entgegengesetzte von jener ist. In wie fern dieser Satz auf allgemeine Gültigkeit Anspruch machen kann, erhellet aus folgendem Versuche:

12. Den Nerven des einen Vorderchenkels eines Frosches, womit noch keine andern Versuche vorher gemacht waren, armirte ich am 20sten April 1800 mit Eisen, und die Muskeln desselben erst mit Zink, dann mit Gold, Spießglanz, Kupfer, Wasserblei, Braunstein und Wismuth. — *Zink* und *Eisen* bewirkten Contractionen, wovon die beim Schließen der Kette die stärksten waren. — Eben so verhielten sich *Eisen* und *Gold*. Hier waren aber die Zuckungen ungleich heftiger, als bei Eisen und Zink. — *Eisen* und *Spießglanz* zeigten sich ganz unwirksam. — *Eisen* und *Kupfer* verhielten sich ganz wie Eisen und Zink. — Zwischen dem Eisen mit dem Zink, und dem Eisen mit dem Golde standen *Eisen* und *Wasserblei* in der Mitte. Die Schließungszuckung war auch hier die stärkste. — *Eisen* und *Braunstein* aus Ilfeld erregten eben so heftige Bewegungen, als Eisen und Wasserblei. Die Schlie-

Isungszuckung schien mir hierbei wieder die stärkere zu seyn. — *Eisen* und *Wismuth* verhielten sich ganz wie *Eisen* und *Wasserblei*.

Man sieht, daß diese Resultate mit denen, welche, nach Ritter's Behauptung, hätten hervorgehen sollen, nicht übereinstimmen. Zink und Braunstein sind bekanntlich dem Sauerstoffe näher verwandt, als Eisen. Die Verbindung derselben als Muskel-Armaturen mit dem letztern als Nerven-Armatur hätte also, nach Rittern, heftigere Zuckungen beim Oeffnen, als beim Schliessen der Kette bewirken müssen. Allein der Erfolg war der entgegengesetzte. Ritter *) hat auch schon dieses mit seiner Theorie in Widerspruch stehende Verhalten des Eisens und Braunsteins selbst bemerkt. Er vertheidigt sich aber mit der Unbestimmtheit unsrer bisherigen Verwandtschafts-Tabellen der Metalle zum Sauerstoffe, und dieser Grund wäre freilich gültig, wenn das Eisen und der Braunstein die einzigen Ausnahmen von jener Theorie wären. Aber ihr zufolge müßten auch zwei verschiedene Metalle desto stärkere galvanische Reize seyn, je weiter sie in ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoffe von einander entfernt sind. Zink und Silber müßten hiernach stärker wirken, als Zink mit Spießglanz; auf die letztern folgten Zink mit Wismuth; dann kämen Zink mit Kupfer, und die niedrigste

*) A. a. O., S. 52, 54.

Stufe nähmen Zink mit Eisen ein. Hiervon lehrt aber die Erfahrung das Gegentheil. Im 9ten Versuche brachten Zink und Eisen in beiden Schenkeln Contractionen hervor, und zwar stärkere, als Zink und Silber; Zink und Kupfer reizten nur den einen Schenkel; durch Zink und Wismuth ließen sich gar keine Zusammenziehungen erregen. Das Letztere war im 8ten Versuche anfangs auch mit Zink und Spiesglanz der Fall.

Ohne Zweifel wurde Ritter dadurch verleitet, seinen obigen Satz für allgemein anzunehmen, weil er es für gleichgültig hält, ob die Muskel-Armatur an den Muskel unmittelbar, oder vermittelt eines Nerven und dessen Muskels, von welchen der letztere mit jenem erstern Muskel noch organisch verbunden ist, angebracht wird. Er scheint diese, in Fig. 1 und 2 ausgedrückte Construction der unmittelbaren Bewaffnung des Muskels desswegen vorzuziehen, weil sich bei derselben durch eine einzige Kette beweisen läßt, daß entgegengesetzte Ketten einen entgegengesetzten Einfluß auf die Reizbarkeit haben. Ist z. B. in Fig. 2 *Z* Zink und *S* Silber, so zieht sich beim Contacte der Metalle *nm* am stärksten, oder allein, *NM* aber weniger, oder auch gar nicht zusammen. Der entgegengesetzte Fall tritt ein, wenn die Metalle wieder getrennt werden. Kamen bei dieser Construction Ritters Fälle vor, die seiner Theorie widersprachen, so leitete er die

selben, wie aus einer in der untern Note *) angeführten Stelle seiner Schrift erhellet, von einer der Quantität nach verschiedenen Reizbarkeit der beiden Froschschenkel ab, ohne auf qualitative Veränderungen der Irritabilität Rücksicht zu nehmen.

Die von Rittern gewählte Construction verleitet also zu Trugschlüssen, die sich vermeiden lassen, wenn man die Muskel-Armatur mit dem Muskel in unmittelbare Berührung bringt. Aber auch noch von einer andern Seite lassen sich die Resultate, die aus Versuchen mit dieser Construction gezogen

*) „Wir bemerkten, dafs, wenn die Organe noch auf
 „einem sehr hohen Grade der Erregbarkeit, worauf
 „sie sich z. B. nicht längst nach der Präparation des
 „Thiers befinden, standen, die Contractionen fast von
 „gleicher Stärke in beiden Extremitäten erschienen.
 „Hatten hingegen die präparirten Organe eine
 „Stunde oder länger gelegen, oder waren sie
 „schon einige Zeit den Versuchen unterworfen
 „gewesen, wodurch sie wieder reizbar gewor-
 „den waren, so sahen wir bei Schliessung der
 „Kette sehr deutlich, wie nicht mehr beide, wa-
 „ren sie auch vorher gleich starken Reizungen
 „ausgesetzt gewesen, mit gleicher Stärke con-
 „trahirt wurden; sondern die eine Extremität,
 „und zwar, was sehr merkwürdig ist, die, de-
 „ren Nerv mittel- oder unmittelbar durch den
 „Zink armirt war, wurde meist stärker, als die
 „andern, oder, wenn die Reizbarkeit noch
 „mehr abgenommen hatte, diese ganz allein bei
 „Schliessung, die entgegengesetzte mittel- oder
 „unmittelbar durch Silber armirte aber, entwe-

find, bestreiten. Es ist nicht, wie Ritter vor-
 aussetzt, gleichgültig, ob die Muskel-Armatur un-
 mittelbar, oder auf die in Fig. 1 und 2 angezeigte
 Art mit dem Muskel verbunden wird. Das galva-
 nische Agens, Fluidum, oder wie man das unbekann-
 te Princip der galvanischen Erscheinungen sonst nen-
 nen will, wird bei seinem Durchgange durch den
 Nerven und Muskel geschwächt, oder ganz aufge-
 hoben. Die Entdeckung dieses Satzes, der mir für
 die Theorie der galvanischen Erscheinungen wichtig
 zu seyn scheint, glaube ich mir zueignen zu dürfen,
 und folgende Erfahrungen sind es, worauf ich den
 selben gründe:

„der stärker als die erste, oder ganz allein, bei
 „Trennung der Kette in Zuckungen versetzt, so-
 „bald wir uns nur in Acht nahmen, daß das
 „Schließen und Trennen nicht mit zitternder
 „Hand oder Apparat geschah, wo Schließung
 „und Trennung nicht rein, sondern mit mehr-
 „ern auf einander folgenden und mit einander
 „abwechselnden Schließungen und Trennungen,
 „welche eben so gemischte Erscheinungen an
 „den Organen zur Folge hatten, begleitet waren.
 „War die Reizbarkeit noch tiefer gesunken, so
 „zuckte bloß noch bei Schließung, nicht mehr
 „bei Trennung der Kette, die der erstern zuge-
 „hörige Extremität. (Ungleiche Erregbarkeit beider
 „im Versuche befindlichen Extremitäten kann, nach-
 „dem jene Differenz mehr oder minder beträchtlich
 „ist, bisweilen zu dieser angemessenen Anomalie
 „Anlaß geben,“ u. f. w.)

Tr.

13. Den ischindischen Nerven *N*, (Fig. 3.)
 des einen Hinterschenkels eines männlichen Fro-
 sches verband ich am 18ten April 1799 mit den
 Muskeln *m* des andern Hinterschenkels durch eine
 Silberstange *S*, und armirte die Muskeln *M* des er-
 stern, und den Nerven *n* des letztern mit Zinkstan-
 gen *Z* und *z*. Beide Schenkel mit ihren Armaturen
 lagen auf einer Glasplatte. Wurden *Z* und *z* mit
 einander in Berührung gebracht, so blieb *M* voll-
 kommen ruhig, *m* aber zuckte, doch nur zehn-
 bis zwölfmahl, worauf es ebenfalls ruhig blieb. Als
 das Schliessen der Kette vermittelt *Z* und *z* keine
 Zuckungen in *m* mehr hervorbrachte, entstanden
 in diesem Gliede wieder Contractionen, wenn ich
M und *S*, oder auch *m* und *z* oder *Z* durch einen
 Eisen- oder Silberdraht verband. Geschah diese
 Verbindung durch einen Eisendraht, so zuckte *M*
 niemahls, wohl aber, doch nur schwach, wenn die
 Communication vermittelt einer Silberstange be-
 werkstelligt wurde. Die Verbindung von *S* mit *z*
 oder *Z* brachte in beiden Gliedern Contractionen
 hervor. Aber sowohl in diesen, als in den übrigen,
 sonst positiven Fällen erfolgten theils keine, theils
 nur schwache Zusammenziehungen, wenn die Ar-
 maturen der Nerven *N* und *n* mit den über den In-
 sertions-Punkten dieser Nerven befindlichen Theilen
 der Muskeln *M* und *m* in Berührung gebracht wur-
 den, oder wenn eine Leitung von den Muskeln
 über die Glasplatte hinaus, worauf der Apparat lag,
 statt fand.

14. An dem nämlichen Tage wiederholte ich den vorigen Versuch an den beiden Hinterschenkeln eines weiblichen Frosches. Bei der Berührung von z und Z entstanden auch hier Contractionen in m , aber keine in M , außer wenn ich Z bis an m schob. Die Zuckungen in m waren bald nur schwach, blieben dann eine Zeit lang ganz aus, und erfolgten dann wieder sehr lebhaft.

In diesen beiden Versuchen wirkte der Schenkel nm , in welchem bei der Schließung der Kette die Zuckungen erfolgten, offenbar als Isolator für den andern MN . Sobald M , z oder Z unmittelbar, oder durch einen Silberdraht mit S verbunden wurde, oder Z mit m in unmittelbare Berührung kam, zuckte M . Hingegen wurde der galvanische Strom aufgehalten, und mn blieb in Ruhe, wenn er, um von S nach Z zu kommen, erst von m zu n , oder von n zu m gehen mußte. Eben so wirkte aber auch MN als Isolator für mn , indem dieser Schenkel im 13ten Versuche nach zehn bis zwölf Zuckungen nicht weiter zu Contractionen zu bringen war, so lange der galvanische Strom durch MN ging, und erst dann wieder zuckte, als M mit S oder m mit z oder Z durch einen metallischen Conductor verbunden wurde. *)

*) Aus dem 12ten Versuche folgt auch noch, daß der galvanische Strom sowohl bei seinem Ueber gange vom Nerven zum Muskel, als vom Muskel zum Nerven aufgehalten wird, doch in dem e

15. Von demselben Hinterschenkel, womit ich den vorigen Versuch angestellt hatte, verband ich die Muskeln *M, m*, (Fig. 4,) durch eine Silberstange *S*, und die Nerven *N, n* durch zwei Zinkstangen *Z, z*. Bei der Schließung dieser Kette vermittelt der Zinkstangen *Z, z* blieben beide Schenkel in Ruhe.

16. Statt *Z* und *z* in unmittelbare Berührung zu bringen, verband ich sie durch ein anderes Metall *X*, (Fig. 5.) War dieses Silber, so blieben beide Glieder in Ruhe; hingegen zuckten beide, wenn es Eisen war.

Auch diese beiden Versuche lassen sich nicht anders, als unter der Voraussetzung erklären, daß die galvanische Action bei ihrem Uebergange vom Nerven zum Muskel, oder vom Muskel zum Nerven aufgehalten wird. Im 15ten Versuche erfolgten in beiden Schenkeln keine Contractionen, weil die Action des Zinks und Silbers zu schwach war, um dieses in beiden Schenkeln auf gleiche Art stattfindende Hinderniß zu überwinden. Aus derselben Ursache fehlten die Zuckungen im 17ten Versuche, wenn *z* und *Z* durch Silber verbunden wurden. Gesah aber diese Verbindung durch Eisen, so zogen

nen Falle mehr, als in dem andern. Denn in *MN* wurde derselbe, wie wir oben gesehen haben, eben sowohl, als in *mn* geschwächt. Sein Durchgang durch *MN* ist aber der entgegengesetzte von dem durch *mn*.

Tr.

sich beide Gliedmaßen zusammen, weil der aus dieser Verbindung entstehende stärkere Reiz das erwähnte Hinderniß zu überwinden vermochte.

Wir haben oben gesehen, daß jenes Hinderniß sowohl beim Uebergange des galvanischen Stroms vom Muskel zum Nerven, als beim Uebergange desselben vom Nerven zum Muskel statt findet. Man könnte hierdurch veranlaßt werden, zu vermuthen, daß, in der Insertion der Nervenfasern in die Muskelfasern jenes Hinderniß liege. Allein, wenn diese Vermuthung auch gegründet ist, so beweisen doch die nachstehenden Erfahrungen, daß es noch andere Stellen des Nerven-Systems giebt, welche ebenfalls die galvanische Action schwächen oder ganz aufheben.

17. Am 25ten April 1799 präparirte ich die beiden Hintersehenkel *M* und *m*, (Fig. 6.) eines sehr reizbaren weiblichen Frosches, dem ich vorher das Gehirn zerstört hatte, so, daß sie bloß noch durch ihre ischindischen Nerven *N*, *n*, und dasjenige Stück *R* des Rückgraths, woraus diese entspringen, mit einander in Verbindung blieben, legte beide auf eine Glasplatte, und armirte die Muskeln *M* des einen mit einer Zinkstange *Z*, die des andern mit Silber *S*. Sowohl beim Schliessen als beim Oeffnen dieser Kette zuckten beide Schenkel sehr heftig. Die Schließungszuckung aber war in beiden schwächer, als diejenige, welche das Oeffnen der Kette begleitete.

18. Armirte ich statt der Muskeln *M* den Nerven *n* mit *Z*, (wie in Fig. 7,) so zuckte bei der Berührung von *Z* und *S* bloß *m*.

19. Armirte ich *N* mit dem Zink *Z*, (wie in Fig. 8,) so zuckte beim Schließen der Kette *m* heftig, *N* aber wenig, oder zuweilen auch gar nicht; hingegen beim Oeffnen der Kette umgekehrt *m* nur wenig, und *M* sehr heftig.

Vergleicht man mit diesen Beobachtungen die Phänomene, welche das Unterbinden der Nerven bei den galvanischen Versuchen hervorbringt, so zeigt sich, daß beide auffallend mit einander übereinstimmen, und daß der Theil *R* des Rückenmarks hier ganz so wie eine Ligatur wirkte. Das Unvermögen gewisser Stellen des Nerven-Systems, empfangene Eindrücke weiter fortzupflanzen, das man schon längst aus andern Erfahrungen kannte, ist also jetzt auch durch die Erscheinungen des Galvanismus bewiesen. Uebrigens gehört der 17te Versuch auch noch zu denen, welche mit dem oben erwähnten Ritter'schen Gesetze ganz unvereinbar sind. Diesem zufolge hätte beim Schließen der Kette der Schenkel *m* und beim Oeffnen derselben der andere *M* allein, oder am stärksten zucken sollen. Allein der Erfolg stimmte hiermit keinesweges überein. Dagegen war das Resultat des 19ten Versuchs jenem Gesetze völlig gemäß. Schwerlich wird man diese Verschiedenheit von einer andern Ursache ableiten können, als von der Schwächung der galvanischen Action in *R*, und

auch hieraus erhellet also, daß Metalle, welche durch Nerven-Verbindungen an die zu erregenden Organe angebracht sind, ganz andere Erscheinungen geben, als wenn diese unmittelbar mit ihnen armirt sind.

Zu mehrerer Bestätigung des letztern Satzes füge ich noch den folgenden Versuch bei:

20. Am 15ten Mai 1799 präparirte ich die beiden Hinterschenkel *H, h*, (Fig. 9,) und den linken Vorderchenkel *O* eines Frosches so, daß jene Gliedmassen mit diesem Schenkel bloß noch durch ihre Nerven *N, N, n*, und durch das Rückenmark *R* zusammenhingen. Wurden nun die Muskeln der Hinterschenkel *H, h*, oder die ischiadischen Nerven *N, N* mit Zink *Z*, und die Muskeln des Vorderchenkels *O*, oder auch die Nerven *n* desselben mit Silber *S* armirt, so zuckten beim Schließen dieser Kette alle drei Extremitäten, jedoch die Hinterschenkel immer mit größerer Heftigkeit, als der Vorderchenkel, und zwar auch dann, wenn die Metalle verwechselt wurden. Gesah das Schließen stoßweise, so zuckten beide Hinterschenkel mit gleicher Stärke. Gesah es hingegen leise und allmählig, so zuckte der mit dem Zink *Z* in unmittelbarer Berührung stehende Schenkel *h* heftiger, als der andere *H*. Wurde dann die Kette ebenso langsam wieder geöffnet, so war umgekehrt bei der Trennung der Metalle die stärkere Contraction auf Seiten von *H*.

Hier ist nicht eine einzige Erscheinung, die mit dem Ritterschen Gesetze übereinstimmt. Ganz anders aber ist der Fall, wenn die Organe *H*, *h* mit *O* noch durch andere Theile, als durch das Rückenmark und ihre Nerven in Verbindung stehen.

21. Am 6ten Junius 1798 armirte ich die Nerven der vordern Extremitäten eines jungen, erst kürzlich gefangenen Frosches mit Zink, und die der hintern Gliedmaßen mit Eisen. Bei der Schließung dieser Kette zuckten die hintern Extremitäten sehr lebhaft, hingegen die vordern blieben völlig in Ruhe. Nachdem hierauf die Metalle verwechselt waren, zuckten die vordern Extremitäten, und die hintern blieben einige Mahl ruhig, einige Mahl aber zogen sie sich ebenfalls zusammen, jedoch weit schwächer als vorhin, da sie mit Eisen armirt waren.

Bei diesem Versuche stimmte der Erfolg mit dem Ritterschen Gesetze überein. Aber hier standen die Hinter- und Vorderschenkel nicht bloß durch ihre Nerven und durch das Rückenmark, sondern auch durch Membranen, Muskeln, Blutgefäße u. s. w. in Verbindung, und wo der galvanische Strom sonst aufgehalten wäre, wenn bloß Nerven diese Verbindung ausgemacht hätten, fand er hier andere Conductoren, an denen er seinen Lauf ungehindert fortsetzen konnte.

So weit meine Versuche über den Einfluß geschlossner galvanischer Ketten auf die thierische Erregbarkeit. Die *Resultate* derselben lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen. Die Action

einer solchen Kette hört nicht mit der Schließung der letztern auf, sondern dauert fort, so lange diese geschlossen bleibt, und ihre Wirkung besteht in Exaltation oder Depression der Erregbarkeit derjenigen Organe, welche derselben ausgesetzt sind. Beide Veränderungen aber sind nicht bloß quantitativ, sondern auch qualitativ, und werden modificirt durch den vorhergegangenen Zustand der Erregbarkeit. Es giebt ferner gewisse Stellen des Nerven-Systems, welche die galvanische Action schwächen, oder auch ganz aufheben, und theils hieraus, theils aus dem verschiednen, zu Anfange des Versuchs statt findenden Zustande der Reizbarkeit, entstehen so viele Anomalien in den Erscheinungen, welche nach der Einwirkung geschlossner galvanischer Ketten auf thierische Organe in diesen erfolgen, daß es bis jetzt noch unmöglich ist, ein allgemeines Gesetz für dieselben aufzustellen. Uebrigens ist jene Exaltation oder Depression der Erregbarkeit, welche durch diese Einwirkung verursacht wird, immer nur auf die mit den Metallen in Berührung stehenden Theile der thierischen Organe eingeschränkt.

Bremen im Februar 1801.

IV.

Etwas über Blitzableiter,
vom
Consistorial-Secretär WOLFF
in Hannover.

Man macht jetzt hier und da die Gewitterableiter an den Gebäuden, 1. ohne Auffangungstangen, und legt sie nur über die höchsten Theile der Gebäude, z. B. über Schornsteine, Dachfirste, stark hervorstehende Ecken der Dächer u. s. w., und nimmt 2. öfters zu diesen Ableitungen Blei, ja auch wohl Bleiplatten.

Sind wir seit der Existenz des Salomonischen Tempels, oder seit Procopio Devisch und Berschütz *) Zelten, mit jenen, zwar wohlthä-

*) Procopio Devisch, des gescheiterten Prämonstratenser-Ordens Canonicus regularis, zu Bruck an der Taya, nächst Znaim, S. S. Theol. D. und Pfarrer zu Brentitz in Mähren, zeigte seine *Resolutiones electricas* im Jahre 1752. Er theilte seine Experimente in 3 Klassen: *curiositatis, iucunditatis et utilitatis*. Die zur Curiosität gehören, haben wir jetzt fast noch alle, und wird an ihrer Vermehrung und Verbesserung, selbst durch kostspieligen Aufwand, stark gearbeitet. Von denen, die er *ad classem iucunditatis* zählt, haben wir aber einige nicht mehr, z. B. folgendes: „Wenn einer der Anwesenden in einen großen Spiegel schauet, wird

tigen, aber auch schrecklichen Naturkräften wirklich so genau bekannt geworden, daß wir den Grad der Aehnlichkeit beider Kräfte, der natürlichen und der künstlichen Electricität, gleichsam in ein caoo-

derfelbe, mittelst der electrifchen Kraft, dahin geleitet, daß er einen Sprung auf eine starke halbe Elle lang von der Erde thun muß.“ Ferner: „5 oder mehrere Mäuse läßt er in seinem Zimmer laufen. Sobald die Resolution oder der Schlag geschieht, find sie alle den Augenblick des Todes.“ — Ueber die dritte Klasse seiner Eintheilung, (*utilitatis*.) finde ich nicht viel! Das Verzeichniß seiner Experimente steht im Hildesheimer Relations Courier von 1752, No. 80. Er war in der That noch mehr wie Ber Schütz, weil er viel früher und mit wenigern und geringern Bedürfniffen als Letzterer, dieses Studium betrieb. Ber Schütz indessen hatte auch große Verdienste um die Electricität: er machte bereits vor 20 Jahren schon, ohne Fehler, den größten Theil unsrer jetzigen künstlichen electrifchen Versuche; und wodurch? Mit einer etwa 10zölligen gläsernen Kugel, mit einer durchgehenden eisernen Achse, woran die Hand seines achtzehnjährigen Sohnes, welche vorher stark mit Kreide berieben worden, das Reibezeug war. Seine Batterie bestand aus 6 Einmachegläsern, welche inwendig mit Goldschaum, und auswendig mit Stanniol recht hoch belegt waren. Drei davon gebrauchte er gewöhnlich npr, die etwa 4 oder 5 ☐ Fuß belegten Glases enthalten konnten. Nie habe ich in 14 Abenden bemerkt, daß ihm auch nur ein einziger Versuch mißlungen wäre.

Wolff.

nisches Verwandtschaftsschema bringen könnten? Ich glaube nicht. Es ist wahr, das Amüsante des leicht hervorzubringenden Wunderbaren hat die Lehre der Electricität unter allen physikalischen Wissenschaften in einer kurzen Periode am kräftigsten unterstützt. Aber es scheinen auch zugleich mit unsern Bearbeitungen die Anwendungen unsrer Erfahrungssätze immer schwankender zu werden; ein wahrer Beweis der Fortschritte unsrer Kenntnisse, Was die Materie der Electricität sey, und wie sie, in Zusammenkunft mit andern, uns eben so unbekannten Kräften, wirke und wirken könne, wird uns immer dunkler. Ich denke also, man mache dem Blitze in Anlogung seiner Ableiter wenigstens ein Compliment; man thue etwas mehr, als man, nach den dermahligen Kenntnissen davon, thun zu müssen glaubt, und lasse die Directoren der Blitzableitung, Zimmerleute, Schmiede, Gieser u. s. w., des großen Franklin's Briefe über die Electricität recht fleißig studiren. Wahrlich, seine electrische Laufbahn war ungleich wichtiger, als die Laufbahn unzähliger Electriker, die ihm folgten, aus seinen Observationen und Erfahrungen schöpften, und neue Systeme bildeten.

Alles in der Electricität, ihr unfundirtes Fundamental-Gesetz, beruht auf Hypothesen, die nur aus *einigen wenigen Sätzen a posteriori* entlehnt sind: und so verordnen wir electrische Aërzte die Blitzableiter als ein *Specificum*, jeder, relativ nach seinem Seelenvermögen und seiner respective electrischen

Capacität und Intensität, und sämmtlich, — ohne die Krankheit selbst zu kennen: Dadurch, daß Millionen Gebäude, die keine äußerlich angelegten Ableiter, vielmehr tausend innere und äußere zufällige schlechte Ableiter haben, und viele schlecht angelegte Ableiter, dennoch von der unerforschlichen Natur bisher verschont geblieben sind, werden, wie ich glaube, unsre Fortschritte in dem wichtigsten Theile der Electricitätslehre vorzüglich aufgehalten. Da auch ich, der ich mich viele Jahre hindurch damit beschäftigt, und selbst, auf Befehl meiner Vorgesetzten, Blitzableiter in den hiesigen Landen angeordnet habe, täglich mehr die Lücken unsrer Kenntnisse in diesem Fache fühle; so nehme ich keinen Anstand, die Zweifel, die mir in dieser Lehre, und zwar vorzüglich gegen die Aechtheit der zu Anfang dieses Aufsatzes charakterisirten Blitzableiter aufgeltiegen sind, hier in möglichster Kürze vorzutragen. *)

1. *Auffängungsstangen* machen das Gebäude höher. Sie können also, bei einer wohl angeordneten Ableitung, die Gefahr des Blitzes von diesem Gebäude früher abführen, als diese Gefahr die niedrigeren, in bestimmter Entfernung umher stehenden

*) Wer aus diesen und ähnlichen Aeußerungen Mißtrauen gegen die wohlthätige Anstalt der Gewitterableiter schöpfen sollte, den verweise ich auf Reimarus treffliche Erläuterung über Gewitterladung und über Wirkung der Ableiter, in den *Annal.*, VI, 377.

Gebäude erreichen wird. Diese letztern Gebäude sind jetzt als versenkte Spitzen anzusehen, die, wie bekannt, ihre sonstige vorzügliche und bemerkenswerthe Eigenschaft in der Electricität gänzlich verlieren. Wenn daher Blitzableiter das Gebäude, woran sie angelegt worden, beschützen können; so können hohe, mit ihnen verbundene Auffangungsstangen sogar auch vielleicht benachbarte Gebäude, die, jene Auffangungsstangen abgerechnet, niedriger sind, als das mit der Ableitung versehene Gebäude, mit beschützen. Besondere Fälle übergehe ich jetzt, um nicht zu weitläufig zu werden, und bemerke nur noch, daß in manchen Fällen die frühere Verbindung der Auffangungsstangen mit dem Gewitter, für das Gebäude selbst, worauf sie befindlich sind, höchst vortheilhaft wirken kann, wenn sie aufwärts stehende Spitzen haben; daß sie dagegen in andern Fällen nachtheilige Wirkungen für das Gebäude nicht besser abwenden können, als wenn sie ganz fehlten.

Bei diesen Sätzen erinnere ich mich einiger der erstern Observationen, welche Franklin an verschiedenen sehr hohen und spitzen amerikanischen Bergen bei Gelegenheit häufiger Gewitter machte, und worauf er seinen ersten Grundsatz zur Anlegung der Blitzableiter baute. Die Wetterwolken theilten sich, und trieben in die Höhe, wenn sie über jene spitzen Berge hinzogen: sie sammelten sich dann wieder in den Tiefen, und zeigten da vielleicht einen Theil ihrer Kräfte, womit sie die höhern Ge-

genstände verschont hatten. Künstliche Blitzableiter sind keine Berge, sonst möchte durch diesen Erfolg ein widriger Eindruck für sie bei ihrer Nachbarschaft entstehen. Ein nach gegenwärtigen Kenntnissen eingerichteter Blitzableiter schadet seiner Nachbarschaft gewiss selten, oder nie, scheint mir gleich ausgemacht zu seyn, daß er ihr schaden könne. *) Nicht weniger meinem Systeme hierin anpassend ist der Franklinsche vortreffliche Versuch mit der Baumwolle, am Conductor der Electrirmaschine, welchen er, durch jene Bemerkungen geleitet, anstellte, und der im Kleinen die nämliche Wirkung zeigte, welche er im Großen gesehen hatte. Man sieht auch hier einige Mittel, welche die Natur selbst wählt, um zu schonen.

2. Das edelste Metall leitet die electriche Materie am besten. Dies ist bis jetzt ein ausgemachter Satz. Gold können wir zu Blitzableitungen nicht nehmen: aber dürfen wir gerade denn nun Blei, dasjenige Metall, dazu wählen, welches unter allen Metallen die nachlässigste electriche Leitungsfähigkeit besitzt? Dafür, heist es, macht man das Blei breiter. Wenn aber die electriche angehäuften Materie in ihrer Bahn durch schlechtere Leiter, als diejenigen sind, die sie zu- oder abführt, aufgehalten wird: so wird die Ausbruchskraft der Electri-

*) Wenigstens möchte diese Möglichkeit doch so höchst geringe seyn, daß man bei Anlegung von Gewitterableitern sie nie zu fürchten braucht. d. H.

eität vermehrt; auch sogar alsdann, wenn der Raum, den sie im schlechtern Theile des Leiters einnimmt, ungleich gröfser ist, als der Raum im guten Leiter, der sie zu- oder abführen kann. Dieses bewahrheiten unzählige gewaltsame Wirkungen des Blitzes; und dieses zeigt, glaube ich, auch der Versuch der Entzündung des Schießpulvers, indem vorher der metallische Entladungskreis durch Wasser unterbrochen worden, sehr bestimmt. *)

Geplättetes Metall, welches nicht die Dicke hat, die, nach unsern jetzigen Kenntnissen, ein hoffnungsvoller Kupferdraht haben mufs, ja gar Rollenblei zu Blitzableitungen zu wählen; diesem ist ein vielleicht nicht durchoaus bekannter Versuch ganz und gar entgegen, in so fern nämlich auf die Nichtbeschädigung des Blitzableiters selbst, möglichst zu sehen ist. Ein eiserner Klavierdraht, z. B. No. 12, zwei Zoll lang, kann durch die Electricität unter günstigen Umstän-

- *) Wäre die Leitung unterbrochen, und käme es darauf an, die Explosion minder zündend und gefährlich zu machen; so verdienten diese Gründe gewifs alle Aufmerksamkeit. Allein bei den Blitzableitern, wo ununterbrochne Leitung die Hauptbedingung ist, möchte der gröfsere Widerstand, den der Blitz in weniger vollkommenen Leitern findet, ohne weitem Einflufs seyn, als dafs er benachbarte Körper leichter entzündet und die Leitung eher zerstört; welchem, wie es, nach van Marum's Versuchen, scheint, (*Ann.* I, 163,) durch Vergröfserung des Querschnitts der Leitung vorgebeugt werden kann.

d. H.

den, mittelst einer Kraft von 6 □ Fufs belegten Glases zu glühenden Kugeln geschmolzen werden; von 2 □ Fufs aber nicht. Man hämmere diesen Draht platt, daß er etwa eine 6- oder 8mahl grössere Breite erhält, als seine vorige Dicke betrug; so wird er, durch die Kraft von 2 □ Fufs belegten Glases, oder vielleicht durch eine noch geringere Kraft, geschmolzen und calcinirt werden, *) so daß er das Bild Taf. 5, A, in van Marum's erster Fortsetzung seiner Versuche mit der Teylerschen Electrifirmaschine im Kleinen liefert. **)

*) Van Marum's Versuche für Blitzableiter, (*Annalen*, 1, 263,) scheinen diesen Einwurf zu heben, da man sich bei ihnen eines Bleistreifens bediente. Ist der Querschnitt desselben 8mahl grösser als der eines Kupferdrahts, so schmelzt ihn und diesen nur einerlei Grad von Electricität. d. H.

**) Ich glaube, durch solche große Werke der Kunst und der Kosten, wie die Teylersche electrische Maschine, mag mancher Dilettant abgeschreckt werden, sein Scherflein dem Gelehrten, der uns dann und wann gewiss nöthig hat, gehörig zu liefern. Ich weis ja, wie mir wurde, als ich jene großen Unternehmungen las; tausend nie sonst gefühlte Empfindungen des Wohlwollens und des Aergers, drängten 8 Tage lang meine ganze electrische Dilettantenschaft zurück. Jedoch schon im nämlichen Jahre wurden die sämmtlichen Harlemschen electrischen Versuche, zwar in kleinern Bildern als jene, doch in richtigen Bildern, einem gewissen verstorbenen Professor zum Anschauen und zur Beurtheilung vorgelegt. Auch in Miniatur-Ge-

Doch nun zu *Versuchen* über die Anlegung der Blitzableiter ohne Auffangungsstangen, welche, mit Auswahl der besten Metalldrähte, runder und geplätteter, mit einer 12zölligen Scheibenmaschine nach van Marum's neuerer Einrichtung, und einem Ladungsglase von etwas mehr als 5 Q. Fuß Belegung, (an dessen Deckel ein Lanefches Auslade-Electrometer befindlich ist,) angestellt wurden. Was ich dermahlen bezielte, war folgende Frage:

Wird der Ableiter ohne Auffangungsstange, bei einem auf ihn fallenden hinreichend kräftigen Blitze, eben so gut verschont bleiben, als wenn er mit einer Auffangungsstange wäre verbunden gewesen?

In einem Brette, *AB*, Taf. III, Fig. 1, ist die schmälere dicke Messingplatte *C* der Länge nach verschiebbar. Sie trägt die drei in allen Stücken gleichen Häuser *D*, *E*, *F*, und der Ring *G* ist mit ihr in Berührung, wenn sein Schraubchen angedrängt wird. In der ausgehöhlten Säule *H* läßt sich durch die Schraube *I*, die Stange *K*, welche auf ihrer Spitze in einem metallenen Hute *L* den hölzernen sehr

mählden vermißt des Kenners und des Forschers Auge den Altgefallen des Handwerks nicht. Die dazu gebrauchten Werkzeuge waren: eine nach damahliger bester Sitte eingerichtete Electrirmaschine mit einer Scheibe von 2 Fuß, und eine Batterie von 36 □ Fuß, die recht herzhast geladen wurde. Die Bilder waren etwa 2 Zoll lang.

Wolff.

dünnen Hebel MN trägt, hoch und niedrig stellen. Die am Hebelsarme M an einem leinen Faden hängende Kugel O ist von dickem steifen Papiere, sauber gemacht, mit Stanniol überzogen, und hat unten in P eine nach ihrer Rundung vertiefte Platte, von dünnem Messingbleche. Ihr hält am andern Arme N die an der messingenen verschiebbaren Hälfte Q hängende Kugel das Gleichgewicht. An jedem der drei Häuser D, E, F befindet sich eine Ableitung von sehr feinem Golddrahte, a, a, a . Es ist gleichgültig, ob der Draht rund oder geplättet ist; denn die Kraft muß so stark seyn, daß er in beiden Fällen zerstört werden kann.*) Die Drähte gehn mit dem einen Ende durch die Mitte der vier-eckig ausgehöhlten Schornsteine bis über sie hinaus, und sind hier mit etwas Wachs befestigt; unten aber sind sie durch die kleinen Rollen bbb , auf welchen Vorrath ist, angestrammt, und mit der Metallplatte C in Verbindung. Im Hause E ist die Ableitung mit einer metallnen Stange und Kugel von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser versehen; im Hause F aber mit einer scharf zugespitzten metallnen Stange. Die von Holz sehr leicht gemachten Häuser bestehen

*) Sollten sich aber nicht gerade wegen dieses Umstandes keine ganz gültigen Folgerungen aus diesen Versuchen für die Gewitterableiter ziehn lassen, da die erste Bedingung bei Blitzableitern ist, die Leitung so stark zu machen, daß der stärkste Blitz sie nicht zu schmelzen und zu beschädigen vermag?

aus mehrern schief durchschnittenen Stücken, an welchen, nach einem bekannten Verfahren, kleine unterbrochene metallene Ableitungen herabgehn. Ein wenig spröder Harzkitt hält einstweilen diese Theile zusammen. Da, wo die äussern Ableiter an den Wänden herabgehn, werden Streifen vom feinsten englischen Briefpapiere dergestalt untergeschoben, daß die Ableitungen möglichst an vielen Punkten das Papier berühren müssen. Das Ganze wird, nachdem die Kugel *O* vom Schornsteine des Hauses *D* auf eine Weite von etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll entfernt worden, nach Anleitung der Zeichnung in den Entladungskreis der Flasche gebracht, so daß der Knopf *R* des Ausladers den Knopf der Flasche aufs genaueste berührt. Die Verbindung der Kugel *O* mit dem Auslader geschieht, damit alles Ausströmen vermieden werde, durch einen dünnen steifen Messingdraht, der an seinen beiden Enden große Oesen hat, und mit der einen an den Auslader angehakt ist, (dessen Kugel *S* aus Siegellack besteht,) mit der andern aber willig auf der Kugel *O* ruht. Der nicht belegte Theil des Verstärkungsglases ist in- und auswendig mit Copalfirniß, welcher geschwind trocknet, überzogen; eben so die Glasröhre, welche durch den Deckel aus gedörtem, mit Firniß getränkten Holze, bis auf 1 Zoll vom Boden des Glases heruntergeht, und worin sich die Leitung befindet, welche aus mehrern spiralförmig gewundenen Messingdrähten besteht, die unten an Messingplatten befestigt, durch diese angestrammt und

mit dem mehrere Mal mit Stanniol überlegten Boden des Glases verbunden sind. Zur Leitung *T* nehme ich keine Kette, sondern einen starken messingenen Draht, welcher in *G* und *V* ohne Zwischenräume verbunden ist, um hier im Kleinen dem Blitze eine vollständigere Leitung darzubieten, als es die Natur selbst zu thun pflegt, oder die Kunst bei Anlegung der Weiterableiter es zu thun vermag.

Versuch 1. Die vorliegende Zeichnung stellt die Kugel *O* in den vier ersten der folgenden Versuche, als eine electriche oder electricirte Wolke vor. Das Verstärkungsglas wird mit etwa 50 Umdrehungen der Scheibe geladen. Der Entladungsblitz, der darauf an der Kugel in *P* erfolgte, zerstörte den darunter befindlichen Ableitungsdraht *ab* des Hauses *D*, welcher keine Auffangungsstange hat, und diese Zerstörung hinterließ auf dem untergelegten Papiere die sichersten Spuren der Beschädigung desselben.

Versuch 2. Die Möglichkeit eines Nachschlages ist, nach unzähligen Erfahrungen, nicht zu bezweifeln. — Alles blieb wie vorhin. Als, nach erneuerter Ladung des Verstärkungsglases, der Blitz auf den Schornstein des Gebäudes *D* fiel, zertrümmerte er dasselbe, weil er am Schornsteine Leitungen fand, die ihn, durch die inwendigen zufälligen und unvollkommenen Leiter, weiter führten.

Versuch 3. Nachdem die Kugel *O* durch die Schraube *I* hinreichend erhöht worden, wurde
die

die Platte C so weit herausgezogen, daß die Mittelpunkte der Kugel des Hauses E und des Bleches P möglichst zusammentrafen, worauf die Kugel O etwa $\frac{1}{2}$ Zoll erhöht, und nun das Verstärkungsglas geladen wurde. Der Blitz, der auf die Kugel des Gebäudes fiel, zerstörte ebenfalls dessen Ableiter, und besleckte das untergelegte Papier mit merklichen Zeichen der Beschädigung.

Versuch 4. Alles blieb unverändert, und nach einer neuen Ladung des Verstärkungsglases wurde auch hier durch den Entladungsschlag das Haus zerstört.

Versuch 5. Das Haus F mit der spitzen Aufgangsstange wurde nun unter die Kugel O geschoben, und die Electrirmaschine in Bewegung gesetzt. Tausend und mehrere Umdrehungen des sich reibenden electrischen Werkzeugs waren jetzt nicht im Stande, einen wirklichen Schlag auf den Ableiter dieses Hauses zu veranlassen. Er bleibt gänzlich verschont, das Papier wird nicht besleckt, und noch weniger das Haus zerstört.

Noch muß ich hier zwei Versuche vortragen, die dem Werthe der gegenwärtigen künstlichen Blitzableiter überhaupt, sehr nachtheilig zu seyn scheinen.

Versuch 6. Nachdem die Häuser und ihre Ableitungen wieder hergestellt und an Ort und Stelle gebracht waren, wurde der Auslader S von der Kugel R der Flasche etwa $\frac{1}{2}$ Zoll entfernt, dagegen aber bei Wiederholung der Versuche 1, 3

und 5 die Kugel *O* jedes Mal mit der Ableitung desjenigen Hauses, welches darunter geschoben worden, in Berührung gesetzt. Solchergestalt ahmet diese Vorrichtung den nicht seltenen Fall in der Natur nach, wo der Blitz aus einer sogenannten electrischen oder electrifirten Wolke übergeht, welche mit einem Theile unsrer Erde, entweder unmittelbar oder mittelbar, (z. B. durch stark angefeuchtete oder stark erhitzte Luft, oder durch irgend einen andern Gegenstand,) in Berührung steht; oder wo zwischen dieser Wolke und dem gegenwärtigen Gegenstande des Einschlagens, eine *diesem* Blitze anpassende Schlagweite durchaus befindlich ist. — Der Erfolg war, daß beim Entladungsschlage in allen drei vorgenannten Fällen die Ableitungen, auch selbst die, welche mit Auffangungsstangen verbunden waren, zerstört wurden; und daß diese Zerstörungen nachtheilige Wirkungen am Gebäude hinterlassen können, zeigten die untergelegten Papierstreifen.

Versuch 7. Nach der Zerstörung der Ableitung des Hauses *F*, (welches in Versuch 5 weder äußerlich noch innerlich beschädigt werden konnte,) ließ ich die Spitzen desselben mit der Kugel *O* und mit dem Auslader *S* in derselben Verbindung, wie in Versuch 6, und lud die Flasche. — Der Blitz zer schlägt nun auch dieses Haus.

Ich habe bei der Angabe dieser Versuche mehrere Wirkungen, welche jene der sogenannten

Kirchhoff'schen electrischen Zursung *) ähnelnde Vorrichtung zeigen kann, nicht berührt, weil ich mich hauptsächlich nur auf die angeführte Frage einschränken wollte, wobei ich jedoch manches, was mir nahe damit verwandt zu seyn schien, nicht übergehen zu dürfen glaubte.

Hannover den 3ten Febr. 1801.

*) Vergl. *Annalen*, VI, 378.

d. H.

VORLESUNG
 IDEEN
 zu einer Theorie des Magnetens,
 von
 L. A. VON ARNIM. *)

2. Ueber die Polarität.

I N H A L T.

Resultat der Untersuchungen über die negative Schwere des Phlogistons. Die Anziehung wirkt chemisch und ist qualitativ bestimmt. — Die organische Welt zeigt auch hier andere qualitative Bestimmungen. Das Veränderliche der Witterung wird durch diese organische Welt bestimmt. — Auch die magnetische wie die electriche Anziehung sind qualitativ; ihr Gesetz ist Anziehung des Entgegengesetzten, Diesem steht ein allgemeines chemisches Gesetz entgegen: das Oxydirte verbindet sich nur dem Oxydirtten, das Desoxydirte nur dem Desoxydirtten. Aus diesem Gegensatze zwischen chemischer Durchdringung und magnetischer Vertheilung werden ihre Gesetze entwickelt. — Das Verhältniß zwischen Magnetismus, Cohärenz und Wärme wird weiter verfolgt und beiläufig ein neues Gesetz der Cohärenz entwickelt. (Beweis, daß die magnetische Zurückstoßung nur scheinbar, daß die Pole nicht Punkte, sondern Durchschnittsflächen sind. Der Magnet zer-

*) Fortsetzung, *Annalen der Physik*, III, 48. Erst nachdem Herr Schelling's Beurtheilung des Anfanges dieser Ideenammlung, (*Zeitschrift für die speculative Physik*, B. II, H. 2, S. 142 — 148,) mir bewies, daß sie von Sachkundigen nicht ganz übersehen sey, entschloß ich mich zu dieser Fortsetzung, die größtentheils noch früher als jener Aufsatz entworfen war. A.

fällt dadurch in zwei gleiche und einen ungleichen Abschnitt. Nothwendigkeit dreier Körper zur magnetischen Kette.) — Die Polarität der Wärme wird durch neue Erfahrungen bewiesen, ihr Gegensatz zu der KrySTALLISATION aufgesucht; das Zwischenliegen der Polarität vermuthet. Vermuthungen über den Einfluß der Nord- und Südlichter u. s. w. auf die Magnetnadel.

Eine der fruchtbarern Streitigkeiten in dem allgemeinen Kampfe über die Antiphlogistik schien mir stets die Frage, ob das *Phlogiston negativ schwer* sey, veranlaßt zu haben. Es galt hier mehr, als bloßer Auslegung der Erfahrung, über die sie selbst früher oder später sich so bestimmt und überzeugend erklären mußte, wie es jetzt der Fall zu seyn scheint. Freilich hat Herr Gren, *) nachdem die von ihm mit Wärme aufgefaßte Meinung von Hrn. Mayer **) gründlich widerlegt war, den wichtigen neuen Gesichtspunkt nicht weiter benutzt, den Herr Langsdorf ***) aufstellte, und der doch nothwendig ent-

*) Ueber die Geschichte des Streits vergleiche Hindenburgii *Disf., qua ost., calorem et phlogiston non esse materias absolute leves*, Lipsiae 1790. A.

**) Gren's *Journal der Physik*, B. I, S. 205 — 208; S. 359 — 371. A.

***) Gren's *Journal*, B. V, S. 49 — 54; S. 247 — 266; B. VI, S. 222 — 228. Besonders S. 255: „Sobald man sich nur die Art, wie die Materie „mit der Schwere zusammenhängt, etwas anders „als gewöhnlich und mehr chemisch denkt.“ Denn dies ist ganz unabhängig von dem Uebrigen, was er selbst in dem letzten Briefe zurückgenommen.

A. *Handbuch der Physik* 1801 S. 205.

weder angenommen, oder als trüglich dargestellt werden mußte; aber statt uns abzuhalten, verpflichtet uns dieses noch mehr, diese wie so manche andere finnreiche Idee der vergangenen Zeit in dem iteten Andränge des Neuen nicht untergehen zu lassen. Die Idee der negativen Schwereänderung bei gewissen chemischen Veränderungen, meinte er, sey an sich nicht so falsch, als sie nur bisher von ihren Vertheidigern falsch gefaßt worden sey. Nicht in so fern jetzt eine andere Kraft nach entgegengesetzter Richtung der senkrecht auf die Erde wirkenden Schwere entgegenwirkt, also mechanisch einen Theil ihrer Wirkung aufhebt, wird jetzt ein Körper durch Verbindung mit einem andern leichter, sondern sie wird chemisch, in so fern durch Aenderung der Qualität die Urfach der Schwere um so viel vernichtet wird, *) um eben so viel vermindert.

Dies scheint mir kurz, wenn auch nicht den Worten, doch deutlich dem Sinne nach, Herrn Langsdorf's Versuch zu seyn, die Erscheinungen beim Verbrennen phlogistisch zu erklären. Dazu braucht der Antiphlogistiker sie nicht, aber zur Erklärung des Verhältnisses zwischen dem Gewichte der Körper und ihrer Qualität, scheint sie mir ihm wichtig zu bleiben.

*) Bei chemischen Verbindungen erfolgt die Wirkung der stärkern Anziehung, als wäre die schwächere gar nicht vorhanden. A.

Woher, fragt man, alle jene Reihen der Schwermenge zur Neutralisirung der Stoffe mit einander, durch deren Entdeckung Herr Richter die Chemie über ihre alten Grenzen ausgedehnt hat? Woher kommt es, daß gewisse Verbindungen nur bei einem gewissen specifischen Gewichte erfolgen, daß sich sogar Verwandtschaften darnach umkehren? (sogenannte Verwandtschafts-Anomalien.)

Woher kommt es, daß, ungeachtet die Erde nicht immer in gleicher Entfernung von der Sonne ist, und ungeachtet die Richtung der vereinigten Schwere gegen die Erde, gegen die Sonne und den Mond, die bald über unserm Scheitel, bald unter unsern Füßen stehen, mit jeder Tageszeit wechselt, die Fallräume in gleichen Zeiten doch unveränderlich dieselben bleiben? Wenigstens ist noch durch keine Erfahrung eine Aenderung derselben dargethan. *) Es würde also unter Annahme einer che-

*) Giebt man mit La Place der Sonne eine 339800mahl größere Masse als der Erde, und eine mittlere Entfernung vom Erdkörper von 33400 Erdhalbmessern; so muß, da die Gravitation im Verhältnisse der Masse des anziehenden Körpers wächst, dagegen im Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen desselben abnimmt, die Gravitation eines Körpers auf der Erdoberfläche nach der Sonne, von der Gravitation desselben nach dem Mittelpunkte der Erde, (abgesehen von der Schwungkraft,) im Mittel den Theil betragen, den die Zahl $\frac{339800}{33400^2}$ ausagt, mithin

mischen Schwereänderung in allen diesen Fällen zwar

0,000575 seiner Schwere. Denken wir uns mithin einen Beobachter unter dem Aequator zur Zeit der Nachtgleichen, so ist an seinem Orte, zu Mittage, wenn die Sonne ihm gerade im Zenith steht, die Schwere um 0,000575 kleiner, und um Mitternacht, wenn die Sonne ihm im Nadir steht, um eben so viel größer, als beim Aufgange und Untergange. Nun aber verhalten sich bei ungleichen Schwerkraften die Längen zweier Sekundenpendel, (nur mittelst ihrer ließen sich die Unterschiede in den Fallhöhen gehörig beobachten,) wie diese Kräfte, und nach Bouguer's Beobachtung ist die Länge des einfachen Sekundenpendels unter dem Aequator 439,21 par. Linien. Folglich müßte für jenen Beobachter die Pendellänge zu Mittag um $2 \cdot 0,000575 \cdot 439,21$, d. i., um 0,504 par. Linien kürzer als um Mitternacht seyn. Könnte man, wie es nach den Angaben der beobachteten Längen des Sekundenpendels scheint, diese bis auf Hundertel-Linien genau messen; so würde man allerdings in Versuchung gerathen, (daraus, daß kein Beobachter bis jetzt einen solchen veränderlichen Einfluß auf die Länge des Sekundenpendels unter dem Aequator, der doch bis auf 0,5 Linien steigen kann, wahrgenommen hatte,) mit dem Verfasser dieses Aufsatzes zu vermuthen, daß kein solcher Unterschied in den Fallhöhen und den Pendellängen vorhanden sey; und über das *Warum* verdienten seine Ideen dann alle Beherzigung. Doch kann ich dieser Vermuthung aus folgenden Gründen nicht beistimmen.

Da *erstens* bei gleichen Pendellängen, aber

die Schwere verändert werden, wozu es uns aber

ungleichen beschleunigenden Kräften, sich die Schwingungszeiten verkehrt, wie die Quadratwurzeln aus den Schwerkraften verhalten; so würden im vorhin angenommenen Falle die Schwingungszeiten desselben Pendels zu Mittag, zu denen zu Mitternacht, sich wie $\sqrt{1,00115:1}$, d. i., wie 1,00057:1, oder wie 1755:1754 verhalten; mithin in derselben Zeit, in welcher ein 3 Fufs 8 Linien pariser Maafs langer Versuchspendel zu Mittag 1754 Schwingungen macht, würde er zu Mitternacht 1755mahl schwingen. Da ich selbst noch keine Gelegenheit gehabt habe, Versuche dieser Art, mit einem vollkommenen Apparate anzustellen, so vermag ich zwar nicht zu entscheiden, wie weit sich hierin die Genauigkeit treiben läßt, bekenne aber doch meinen Unglauben, daß der sorgfältigste Beobachter, bei den vielen zufälligen Einwirkungen auf die Schwingungen des Versuchspendels, seiner Sache bis auf *Eine* Schwingung bei tausenden gewiß seyn könne; würde also, auch wenn der Versuch, so wie wir ihn uns dachten, angestellt wäre, ohne jenen Unterschied in der Schwingungszeit zu bestätigen, doch dieses noch für keinen gültigen Beweis der Behauptung anerkennen, daß die Pendellängen und die Fallhöhen in der ersten Sekunde, der veränderlichen Schwere ungeachtet, unverändert bleiben. Aber *zweitens* ist dieser Versuch in der That noch nie angestellt worden. Ein sorgfältiger Pendelversuch ist so langwierig und schwierig, daß ihn die Beobachter nicht ohne Noth zur Zeit, wenn die Sonne ihnen senkrecht auf den Scheitel brannte, oder um Mitternacht bei

an einem Maafse fehlte,*) aber die Fallhöhen blieben unverändert. **) Den organisirten Wesen wer-

Lichte unternahmen; und den besondern, hier berührten Gesichtspunkt scheint keiner bei seinen Versuchen gehabt zu haben.

Was den Einfluß des Mondes auf die Schwere an der Oberfläche der Erde betrifft, so ist er für die Pendelversuche und die zu beobachtenden Fallräume ganz unmerkbar. Zwar ist der Mond im Mittel nur um 60 Erdhalbmesser vom Mittelpunkte der Erde entfernt; seine Masse ist aber höchstens $\frac{1}{37}$ von der Erdmasse, eine Gröfse, die ihr La Place nach seiner Berechnung der Ebbe und Fluth beilegt, indess man sie bisher immer für beträchtlich kleiner hielt. Ein Körper auf der Oberfläche der Erde gravitirt daher nach dem Monde nur $\frac{1}{37} \cdot \frac{1}{59^2}$, d. i., nur $\frac{1}{151408}$ so stark als nach dem Mittelpunkte der Erde, und die Anziehung des Mondes auf ihn ist kaum der tausendste Theil von der der Sonne. d. H.

*) Kratzenstein schlug Federwagen zur Messung der veränderten Schwere unter dem Aequator vor. (*Sermo acad. de suis noviter inventis in arte nautica*, p. 11,) aber das Verhältniß zwischen Elasticität und Schwere ist noch nicht hinlänglich bestimmt. A.

**) Sollte dieses beides als möglich mit einander bestehen können, da der Fall und dessen Gesetze die unmittelbaren Wirkungen der Schwere sind? Auch gestehe ich, daß ich mir den Begriff einer chemischen Schwereänderung, die mit Mayer's Einwürfen gegen Gren bestehen könnte, nicht recht ins Deutliche zu setzen weifs. d. H.

den diese Schwereänderungen freilich fühlbar: daher das Verhältniß zum Monde in den Perioden einiger Krankheiten, *) der Thier- und Pflanzenschlaf, **) u. a. m.; ja es läßt sich schon daraus, daß die Witterungsveränderungen mit dem Monde in einer gewissen Beziehung stehen und organische Körper auf eine so ausgezeichnete merkwürdige Art sie vorher verkünden, ***) darauf schließen, daß sie diesen Veränderungen in der organischen Welt correspondiren, und durch sie bestimmt werden, wie die Luftgüte, die Luftwärme, ihre Feuchtigkeit und ihr Kohlen säuregehalt in einem beschränkten Raume durch das Athmen eines Thiers, durch das Wachsen einer Pflanze. Die Veränderungen der ganzen Witterung in einem Lande durch Aenderung der Kultur des Bodens, — eine Erscheinung, die jetzt fast in allen Ländern beobachtet worden, — wäre also nicht als Ausnahme, als mitwirkende Urfach, sondern als einziger Bestimmungsgrund zu betrachten, und unter gewissen Einschränkungen müßte

*) Vergl. de Loys *hist. de la phys.*, T. II, p. 365. A.

**) Du Fay's und Zian's Versuche beweisen, daß der Schlaf der Sensitive und anderer Pflanzen nicht von der Abwesenheit des Lichts kommt. (*Hamb. Magazin*, XXII, S. 49.) A.

***) Noch ein Beispiel einer frühern Araneologie finde ich von Alzate de Ramirios, (*Observ. et memoir. sur l'histoire naturelle etc. par Rozier*, T. I, Paris 1773, p. 221,) erzählt; eine Spinne, der Tarantel ähnlich, erscheint nur bei bevorstehendem Regen in der Nacht. A.

man eigentlich, statt das Verderben der Vegetation in manchen Jahren der Witterung zuzuschreiben, die schlechte Witterung diesen und andern Krankheiten, oder der zu großen oder geringen Ausbreitung der Vegetation in der organischen Welt zuschreiben.

So wird manche Schwierigkeit durch die Bestimmung der Schwere, als einer qualitativ bestimmten, qualitativ wirkenden, gehoben; *) aber es fragt sich, ob nicht bei den electrischen und magnetischen Anziehungen neue Schwierigkeiten erzeugt werden. Für die electrischen Anziehungen ist diese Schwierigkeit durch die Kettenverbindungen gehoben; sie beweisen, daß Metalle von einer Qualität nach ihrer verschiedenen Electricirung von verschiedener Qualität, z. B. von verschiedenen Graden der Oxydirbarkeit, erscheinen können. (Carlisle, *Ann.*, VI, 348.) Auch durch den Magnetismus nahm ich eine solche Aenderung der Qualität wahr, (*Ann.*, III, 59, und V, St. 4,) und das allgemeine Gesetz beider war: *Anziehung des Entgegengesetzten*. Diesem ganz entgegen ist das allgemeine chemische Gesetz: *das Oxydirte verbindet sich nur dem Oxydirten, das Oxydirbare nur dem Oxydirbaren.* **) Indem wir

*) In der Mechanik würden daraus, so viel ich absehe, unüberwindliche Schwierigkeiten entstehen. d. H.

**) Dieses, wie ich glaube, neue Gesetz, (bei welchem alle Körper auf Mittelstufen der Oxydation, wie Kohle, Schwefel, Phosphor, sowohl zu den

diesen Gegensatz weiter verfolgen, werden wir leicht aus den bewiesenen Bedingungen der einen die nothwendigen Bedingungen der andern beweisen können.

Das chemische Gesetz wirkt nur in der chemischen Verbindung zweier Körper. — Daher das Magnetische nur auf Entfernung, oder nur so lange zwei Körper noch nicht gemeinschaftliche Begrenzungen haben.

Die chemische Verbindung hebt die Polarität auf, — folglich beschränkt die Polarität wiederum die chemische Verbindung.

Das chemische Gesetz kann nur zwischen flüssigen Körpern wirksam werden, *) — folglich die Polarität nur zwischen festen oder cohärirenden Körpern.

Da die Wärme flüssigt, also den chemischen Prozeß befördert, — so wird sie entmagnetisiren und der Magnetismus eines und desselben Stoffs wird sich wie seine Entfernung vom Schmelzpunkte verhalten. **) Da Cohärenz, oder der Widerstand der auf

Oxydirten wie zu den Oxydirbaren gerechnet werden müssen,) erklärt mit vieler Leichtigkeit eine Menge von Erscheinungen, z. B. warum brennbare Flüssigkeiten nicht mit Wasser, warum die Säuren nur mit Metallkalken sich verbinden, u. s. w.

*) Meine Theorie der electricischen Erscheinungen, Halle 1799, S. 90.

**) Dieses Gesetz erleidet wahrscheinlich eine Einschränkung; davon am Schlusse.

einen bestimmten Raum beschränkten Repulsivkraft, (meine Theorie, S. 79,) und Erwärmung grössere oder geringere Befreiung derselben oder Verminderung der Cohärenz ist; diese Befreiung wie die Volumina sich verhält, in die der Körper ausgedehnt wird, (*Ann.*, V, S. 58,) — so wird auch die Cohärenz verschiedener Stoffe im umgekehrten Verhältnisse der Wirkung gleicher Wärmegrade auf sie stehen, also umgekehrt wie ihre Ausdehnung durch die Wärme sich verhalten; oder sie wird auch im geraden Verhältnisse der zur Hervorbringung gleicher Wirkung, (es sey der Ausdehnung, oder der gänzlichen Aufhebung der Cohärenz, der Schmelzung,) nöthigen Wärme stehn. Suche ich für dieses letztere ein gemeinschaftliches Maass, um die zur Schmelzung nöthige Wärme auszudrücken, so ist es das Produkt aus der mittlern spec. Wärmecapacität und der Entfernung vom Schmelzpunkte, also das von Herrn Ritter aufgestellte Gesetz, (*Ann.*, IV, 9,) nur mit einer Einschränkung. Für gleiche Durchmesser, wie in den Musschenbroeck'schen und Sickingen'schen Versuchen, erhalte ich nicht als Maass der Wärme das Produkt der Massen-Wärmecapacität, oder gewöhnlich vorzugsweise sogenannten Wärmecapacität, (Grawford über die thierische Wärme, S. 6,) sondern der Volums-Wärmecapacität und der Schmelzentfernung; hingegen gilt jenes für die Cohärenz gleicher Massen. Zur Vergleichung der verschiedenen Resultate, die uns bisher die Erfahrung geliefert, habe ich die folgende Tafel zusammengestellt:

1. Unter- suchte Stoffe.	2. Ausdeh- nung nach Smea- son.	3. Ausdeh- nung nach Her- bert.	4. Berech- neterCo- härenz nach mei- nem Ge- setze.	5. Beob- achtete Cohä- renz von Si- ckin- gen u. Muf- fchen- brück	6. Spec. Gewicht.	7. Entfer- nung vom Schmelz- punkte bei $0^{\circ}R=a.$	8. (Maf- fen-) Wär- me- capacität $= b.$	9. Volumen- Wärme- capacität $= c.$	10. Berechnete Cohä- renzen $= a. b.$	11. Berechnete Cohä- renzen $= a. c.$	12. Cohären- zen glie- cher Maf- fen nach S. und M.
Stahl	0,00112	0,00104	960,38	55988	7,833	17945	0,1269	0,9940	2277,12	17837,5	55988,0
Eisen	0,00135	0,00107	934,58	36293	7,788	17945	0,1269	0,9383	2277,22	17734,2	55988,0
Messing	0,00193	0,00172	587,72	39068	8,356	3775	0,1160	0,9693	437,90	3659,1	36410,0
Kupfer	0,00170	0,00156	641,02	30470	8,878	4555	0,1111	0,9863	505,60	4492,8	26728,0
Platin	—	—	—	26336	21,042	—	—	—	—	—	10447,0
Silber	—	0,00189	529,10	19077	10,511	4685	0,0820	0,8619	380,17	4038,0	14135,0
Gold	—	—	—	15095	19,361	5205	0,0500	0,9680	260,25	5038,0	6071,3
Zinn	0,00248	0,00213	471,27	2003	7,331	380	0,0704	0,51729	26,75	247,47	2127,9
Blei	0,00286	0,00262	381,68	550	11,445	508	0,0352	0,40286	27,88	204,65	374,26
(Wasser)	—	—	—	—	1,000	—	1,0000	1,0000	—	—	—

Vergleichen wir die nach meinem Gesetze berechnete vierte Zahlenreihe mit der fünften beobachteten, so findet sich eine Uebereinstimmung, wie sie bei Versuchen, wo noch jeder spätere Versucher seinem Vorgänger widersprach, kaum glaublich scheint. Diese Uebereinstimmung bestätigt zugleich meine Meinung von dem Herbertschen *) Pyrometer, das ich immer, so wie nach ihm das Smeatonische, **) als das richtigste unter den bisher erfundenen geschätzt habe; auch die Versuche von Sickingen ***) erhalten dadurch eine neue Bestätigung. Zur Bestätigung des Gesetzes könnte ich selbst noch manches anführen; z. B. dafs, so wie Musschenbroeck japanisches Kupfer geringere Cohärenz zeigte, als das deutsche Sickingen, so auch geringere Ausdehnung durch die Wärme; ****) dafs Smeaton gehämmertes Kupfer von geringerer

*) Herbert *Disfert. de igne*, Viennae 1773, p. 14.
A.

**) *Philos. Transact.*, Vol. XLVIII, 1754, No. 79.
A.

***) *Versuche über die Platina*, Mannheim 1782, S. 118. Nur die beiden letzten Bestimmungen des Zinns und Bleies sind von Musschenbroeck, (*Introd. ad phil. nat.*, Vol. I, p. 39c,) da Sickingen sie nicht untersucht hat, aber von der M. Durchschnittsfläche ($\frac{1}{10}$)² Linien, auf die Sickingensche ($\frac{1}{20}$)² π Linien reducirt. A.

****) So wie es in seinen Cohärenz-Versuchen hinter dem Silber steht, so auch hier: Silber 81, Kupfer 54. S. *Introd. ad phil. nat.*, T. I, p. 612. A.

rer Ausdehnung als ungehämmertes fand; doch es genügt das Gesagte. Das Messing *) macht die einzige Ausnahme in der Folge der Metalle, und merkwürdig ist es, daß dies auch dem Ritterschen Gesetze, (10te Zahlenreihe,) widerspricht, aber zugleich ein wichtiger Beweis der Richtigkeit meiner Ableitung beider Gesetze.

In Rücksicht der Angaben des Schmelzpunkts **) für Stahl und Eisen, (7te Reihe,) und ihrer Wärmecapacität, (8te Reihe,) muß ich bemerken, daß sie eigentlich nur Nothbehelfe sind. Der Schmelzpunkt, den ich für beide gleich angenommen, gilt eigentlich für keinen von beiden, sondern für Gufseisen, ***) die Wärmecapacität hingegen nur für das Eisen.

Die Volums-Wärmecapacität, (9te Reihe,) findet sich leicht aus der Massen-Wärmecapacität; sie ist nichts anderes als die Wärmecapacität der Massen in einem gleichen Volum, und diese finden sich aus dem

*) Auch diese Ausnahme erklärt sich vielleicht aus des Herrn v. Sickingen Bemerkung, daß die Cohärenz des Messings oft um das Vierfache verschieden ist. (*Verf. üb. d. Platina*, S. 122.) A.

**) Sie sind, mit Ausnahme des Schmelzpunkts für Blei und Zinn, die nach Neuton's Versuchen von Lambert (*Pyrometrie*, S. 188,) berechnet, nach Wedgwoods Beobachtungen, (*Crell's Annalen*, 1798, S. 182.) A.

***) *Crell's Annalen*, 1798, B. II, S. 182. A.
Annal. d. Physik. B. 8, St. 1. J. 1801. St. 5. G

spec. Gew. der 6ten Reihe. *) Die 12te Zahlenreihe findet sich nach dem aus den Sickingischen Versuchen gezogenen Schlusse, daß die Länge der Drähte keinen andern Einfluß auf die Cohärenz hat, als in so fern sie schwächere oder stärkere Durchschnittsflächen darbietet, und daß die Stärke der Cohärenz der Drähte von verschiedner Länge und Dicke sich wie diese Durchschnittsflächen, oder wie die Quadrate der Durchmesser verhalte. **) Es werden sich aber die Volumina dergleichen Massen wie die Quadrate der Durchmesser, also diese umgekehrt wie die spec. Gewichte, also die Cohärenzen auch umgekehrt wie die spec. Gewichte verhalten. In jener 12ten Zahlenreihe habe ich die Cohärenz des Eisens und seinen Durchmesser als unverändert angenommen und darnach die übrigen berechnet. Die Reihen 5 und 11 und die Reihen 10 und 12 müssen nach den oben angegebenen Bestimmungen mit einander übereinstimmen. Bei den beiden letzten ist es auch der Fall, selbst genauer als in der ältern Zusammenstellung zwischen 5 und 10, wenn

*) Da ich die von Sickingen bestimmte Cohärenz des Platins angenommen, so wählte ich auch das von ihm, (a. a. O., S. 111,) bestimmte spec. Gewicht, wenn gleich die Guytonsche Angabe, (*Annalen der Physik*, B. I, S. 376,) 20,847, sehr gut mit der noch neuern des Herrn Richter, (*über die neuern Gegenstände der Chemie*, Heft 10, S. 271,) 20,875, übereinstimmt. A.

**) Versuch über die Platina, S. 125. A.

gleich 5 und 12 ganz dieselbe Folge beobachten. Nicht so bei 5 und 11, aber die Ursach davon ist leicht einzusehen. Die Dichtigkeit und Cohärenz der Körper werden im Drahtzuge nicht für alle Metall-Volumina um gleichviel, (daher 5 und 11 nicht übereinstimmen,) sondern nach dem Verhältnisse ihrer schon erlangten Dichtigkeit verändert. Die Volumina dergleichen Massen, (12te R.,) ändern sich daher nicht, sondern bleiben in demselben Verhältnisse gegen einander, also auch die Durchschnittsflächen, also auch die Cohärenzen, und daher die dabei bestehende Uebereinstimmung zwischen der 10ten und 12ten Reihe. Durch diese Aufklärung des Verhältnisses zwischen Cohärenz und Magnetismus läßt sich eine Reihe von Erscheinungen, die sonst als auffallend und wunderbar bezeichnet wurden, unter die Zahl der ganz gewöhnlichen zurückbringen. Ich wähle nur eine aus, deren Erklärung ich schon an einem andern Orte versprochen.

Coulomb *) fand, daß das Drehen der Eisdendrähte, so weit es nur ohne Zerreißen des Drahts geschehen kann, ihre Fähigkeit, magnetisch zu werden, um das Neunfache erhöht. Ich erinnere noch einmahl an die von mir gegebene Definition **) der Cohärenz, sie sey der Widerstand der auf einen bestimmten Raum beschränkten Repulsivkraft, die sie der Veränderung desselben entgegen-

*) *Mém. de l'acad. de Paris*, 1784, p. 166. A.

**) *Theorie der electrischen Erscheinungen*, S. 79. 2A.

setzt. Sie wird also nicht bloß beim Trennen eines einzelnen Körpers in zwei, (dem gewöhnlichen Maasse der Cohärenz,) sondern bei jeder Veränderung des Verhältnisses der einzeln betrachteten Theile des Körpers gegen einander, also beim Ausdehnen, Drehen u. s. w. sich äußern; es hat dieses sogar eben so viel Recht, als Maass der Cohärenz gebraucht zu werden. Das Ausdehnen der Metalle vor dem Zerreißen ist daher, wie schon Sickingen *) und auch Kant **) und Gren ***) bemerkten, zwar leicht Urfach falscher Resultate bei jenen Cohärenzversuchen, aber doch nicht minder selbst Zeichen dieser Cohärenz. Durch jenes Drehen von Coulomb wird folglich die Cohärenz, die nach den übrigen Richtungen ungeändert bleibt, nach einer vermehrt, also absolut gröfser, daher auch — die Fähigkeit zum Magnetismus gröfser. Ich nehme detswegen meine frühere Erklärung ****) der Rinmannschen *****) Erfahrung über die Verstärkung der magnetischen Capacität durch Drehen des glühenden Stahls zurück; beide Erscheinungen ruhen auf Einem Grunde. Der Widerstand ver-

*) A. a. O., S. 123. Er wufste es auch zu vermeiden. A.

**) Met. Anfangsgr. der Naturwissenschaft, S. 91. A.

***) Gren's Naturlehre, Halle 1797, S. 82. A.

****) Annalen der Physik, B. III, S. 52. A.

*****) Rinmann's Geschichte des Eisens, B. I, S. 95. A.

mehrt sich, je weiter man dreht, also auch die Cohärenz.

Die Anziehung und die Nothwendigkeit einer Polarität wären nun freilich erwiesen, ja man sieht schon, mit welcher Leichtigkeit die aus der Erfahrung von Coulomb *) bewiesenen Gesetze der Abnahme dieser Anziehung mit der Entfernung aus der allgemeinen Kräftelehre abgeleitet werden können; aber wird nicht die in allen Lehrbüchern **) aufgeführte, von Coulomb ***) sogar dem Gesetze unterworfenene Repulsion, wo nichts abstoßendes wahrgenommen werden kann, jene Theorie wieder umstoßen?

Ich erwähnte schon an einem andern Orte, die magnetische Zurückstoßung sey, wie die electriche, nur scheinbar. ****) Meine Beweise dafür haben sich seit der Zeit durch die Bekanntschaft mit einer trefflichen Schrift des Herrn Hennert *****) vermehrt. Herr Hennert beweist, daß die Annahme einer repulsiven Kraft, die im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung wirke, auf die Grundunmöglichkeit führe, der unendlich große

*) Gren's *neues Journal der Physik*, B. II, S. 298.

A.

**) Gren's *Naturlehre*. §. 1433.

A.

***) Coulomb a. a. O.

A.

****) *Annalen der Physik*, B. V, S. 381.

A.

*****) *Disertations physiques et mathematiques*, par

J. F. Hennert, à Utrecht 1778, p. 133 — 136.

A.

Raum könne in der unendlich kleinen Zeit zurückgelegt werden, sie sey also unmöglich. Aber auch selbst ganz directe Erfahrungen sind dagegen. Wie will man es erklären, daß, ungeachtet dieser Abstoßung, zwei sogenannte feindliche Pole einander hinlänglich nahe gebracht, sich doch anziehen? Das Schwierige hingegen, was nach der Nichtannahme der wirklichen Zurückstoßung noch bleibt, läßt sich durch eine genauere Betrachtung der ganzen Erscheinung heben, wo sich dann keine finden wird, die nicht aus der *größern* Anziehung der ungleichnamigen Pole erklärt werden könnte.

Aber ist es nicht eine Sonderbarkeit, daß diese Pole Punkte sind, (wie gewöhnlich angegeben wird,)*) nur eine Dimension beherrschen, ungeachtet die Cohärenz, die nur in der bestimmt begrenzten Materie sich zeigt, Flächenpole erwarten läßt? Ich würde es eingestehen müssen, wenn nicht das Angenommene selbst unrichtig wäre, da *die Pole wirklich nicht Punkte, sondern zwei Durchschnittsflächen sind*, die man aber natürlich in den meisten Fällen so betrachten kann, als wenn die Anziehung in einem Punkte in ihrer Mitte vereinigt sey. Doch kann man sich mit einem parallelepipedischen Magneten und einer feinen Nadel leicht überzeugen, wenn man jenen um seine Achse dreht und dadurch die Lage dieser verändert, daß dieser Mittelpunkt so wenig wie irgend ein ein-

*) Gren's Naturlehre, §. 1412.

zelter Punkt Pol sey. Auch mehrere Erscheinungen bei den Eisenfeillinien leiten dahin, und der Erfolg wird zeigen, daß die Theorie der Declination und Inclination dadurch erstaunlich erleichtert werde.

Durch diese beiden schneidenden Flächen zerfällt der Magnet *in drei Theile, in zwei gleiche und einen ungleichen Theil*: *) also auch hier die Duplicität in der Triplicität; also auch hier die Erschöpfung der Combination zur Verbindung des Entgegengesetzten zu Einem, **) die ich schon für die Mischung der Magneten dargethan, die sich endlich auch für die nothwendige Zahl der Individuen in der magnetischen Kette nachweisen läßt. Denn wer könnte es sich überreden, daß der Einfluß des Mondes auf den Erdmagnetismus, von Heller ***) beobachtet, bloß zufällig sey? wie viel angemessener scheint es nicht, aus diesen Beobachtungen eine nothwendige Mitwirkung aller drei zur Hervorbringung ihres Magnetismus zu folgern: so wie auf der Erde durch ihr und eines andern abgeforderten Magneten Zusammenwirken mit einem dritten magnetisibaren Stoffe, dieser aus der allgemeinen Kette her-

*) Und zwar müssen die beiden gleichen Theile kleiner als der grössere seyn, weil sonst unerklärlich bliebe, wie in diesem der neutralisirte Punkt, (Mittelpunkt,) sich habe bilden können.

**) *Annalen der Physik*, B. V, S. 470.

***) *Annalen der Physik*, B. IV, S. 477.

A.

A.

A.

ausgehoben, zum Gliede einer besondern Kette, oder eigenthümlich magnetisirt werden kann. Ob die Vertheilung der Planeten um die Sonne, insbesondere ihre Entfernung von ihr; ob die von Herrn Bury genau bestimmte, von Herrn La Place durch Verwerfen der Hypothese der Homogenität unsrer Erde erklärte Ungleichheit der Bewegung der Mondsknoten; *) ob die verschiedene Grundwärme der Erde am nördlichen und südlichen Pole dem Magnetismus vielleicht näher trete, als man glaubt, kann wohl noch nicht mit gleicher Bestimmtheit erwiesen werden.

Die Wärme überhaupt, nicht bloß durch ihren Widerspruch gegen die Cohärenz, ist von einem sehr allgemeinen Einflusse auf den Magnetismus. Das Entstehen der Polarität in geglühten Eisenstäben, an Stäben, die durch Reiben erwärmt werden, selbst die Wirkung der grossen Kälte **) wie der grossen Wärme, die Polarität zu zerstören, liessen diesen Einfluss erwarten; andre Erfahrungen bringen es zur Gewissheit. Schon Kant ***) vermuthete eine Polarität der Wärme aus mehrern Erscheinungen,

*) v. Zach's *monatliche Correspondenz*, B. II, S. 159. A.

**) Die Beobachtungen von Ellis, S. 17, und Middleton, S. 495 im IVten B. des *Hamb. Magazins*, sind von Erxleben, (*Naturlehre*, S. 643,) ganz falsch dargestellt worden. A.

***) Kant's *vermischte Schriften*, Halle 1799, B. I, S. 643. A.

von denen wohl die leicht wahrzunehmende größere Erwärmung eines heißen Stabes an dem andern Ende, wenn man das andre in Wasser abkühlt, *) das wichtigste Argument ist; doch ist dieser Gedanke, so viel ich darnach gelesen habe, von niemand benutzt worden, und doch liegen mehrere, theils genauer bestimmende, theils bestätigende Erfahrungen sehr nahe. Der von Braun **) besonders oft wiederholt angestellte bekannte Versuch über das im Wasser nicht kochende Wasser rechne ich zu den letztern; zu jenen die stärkere von Lambert ***) und Pictet ****) genau beobachtete Verbreitung der Wärme nach oben, *****) eine wahre Wärmevertheilung, die nur darum weniger dauernd als magnetische Vertheilung ist, weil die Wärmeleiter weniger verschieden als die magnetischen sind. Diesem Andrang der Wärme nach oben muß man das Emporstreben aller Wesen von eigenthüm-

*) Diese so wie eine Reihe andrer Erfahrungen findet sich von Hrn. Jakobi gesammelt im *Hamb. Magazin*, B. XX, S. 24 — 162. A.

**) *Observ. sur la Physique etc.* par Rozier, T. I, à Paris 1773, p. 1 — 8. A.

***) *Lambert's Pyrometrie*, Berlin 1779, S. 229, §. 417. A.

****) *Pictet's Versuch über das Feuer*, Tübingen 1790. A.

*****) Es fehlt noch an Versuchen, ob diese Polarität der Wärme für alle Orte denselben Winkel mache, oder auch eine veränderliche Declination habe. A.

licher Wärme, also der Pflanzen*) so wohl wie der Thiere, zuschreiben, daß Kleinerbleiben derselben Gewächse und des Menschengeschlechts in den Polargegenden, den geringen Wuchs der Vegetabilien während des Winters.**). Auch darin findet sich eine Uebereinstimmung zwischen der Wärme und dem Magnetismus, wodurch beide mit der KrySTALLISATION in eine gewisse Beziehung kommen, daß gewisse Formen für das Ausströmen beider am schicklichsten sind. (Ich verstehe hier unter Ausströmen durchaus kein materielles Ausströmen, sondern nur die Mittheilung einer gewissen Eigenschaft an einen andern Körper.) So fand COULOMB, ***) daß die pfeilförmig geschnittenen Parallelepipeda des stärksten Magnetismus fähig seyen, doch hat er den Winkel des stärksten Magnetismus nicht bestimmt, der gewiss sehr viel Wichtiges beweisen könnte.

Ich sagte, der Magnetismus komme dadurch in eine gewisse Beziehung mit der KrySTALLISATION, und das liegt nicht allein darin, weil er das allgemein Bestimmende aller festen Formen, sondern er selbst den Wirkungen der Wärme entgegenwirkt, selbst

*) Die auffallendsten Erscheinungen beim Keimen, (Willdenow's *Kräuterkunde*, 1798, S. 279,) erklären sich daraus mit vieler Leichtigkeit. A.

**) Linné erkannte die kalten Winter an der Nähe der Gefäßringe in den alten Eichen. *Hamb. Mag.*, B. X, S. 222. A.

***) Gren's *neues Journal der Physik*, B. II, Seite 338 und 341. A.

ohne Erwärmung nicht entsteht, und durch sie alles destruiert sieht, was er construirt. Die Polarität, welche weder der festen Materie noch der warmen, wie vorher bewiesen, entbehren kann, scheint also durch diesen Gegensatz hervorgebracht? Dies genauer zu prüfen, mag einer spätern Untersuchung überlassen bleiben, da die jetzt angefangene über Polarität allmählig ihrer Beendigung ziemlich nahe gebracht worden.

Denn nachdem bewiesen worden, dass alle Anziehung qualitativ bedingt sey, dass es eine chemische Polarität gebe, die der magnetischen entgegengesetzt, dass daraus eine Reihe den Erfahrungen völlig entsprechender Gesetze hergeleitet werden könne, so genügen diese Beobachtungen über Wärme und KrySTALLISATION, uns die frohe Hoffnung zu geben, dass die magnetischen Pole uns nicht werden sollen, was die Erdpole den Geographen sind, sondern dass selbst diese Erdpole mit ihren Nord- und Südlichtern, (deren Einfluss auf die Magnetnadel seit van Swinden *) keinem Zweifel mehr unterworfen seyn kann,) in Rücksicht ihrer magnetischen Beschaffenheit dadurch bekannter werden sollen. Alle Kettenversuche **) sind jetzt durch den galvanischen ***) Apparat bestätigt worden;

*) *Recueil de mémoires sur l'analogie de l'électricité et du magnétisme*, T. III, p. 217. A.

**) *Annalen der Physik*, B. V, S. 52 — 57. A.

***) *Ann.*, B. VI, S. 360 — 369. A.

warum sollte der magnetische *) eine Ausnahme machen? warum sollte nicht eben so gut eine solche Voltaische Batterie aus magnetischen Platten zusammenge setzt werden können? Könnte nicht eine solche Kette zwischen Süd- und Nordpol statt finden, diese bezeichnen und nun unfre Magnetnadel afficiren, nicht, weil dort ein electrifcher Prozeß geschieht, sondern weil das Verhältniß der Nadel zum Erdmagneten sich ändert, indem dieser in der Kette geändert wird?

*) *Annalen*, B. III, S. 63; B. V, St. 4. *Ann. A.*

VI.

BEMERKUNGEN

über die vom Baronet JAMES HALL auf-
gestellten Gründe für HUTTON's
Theorie der Erde,

VON

RICHARD KIRWAN, Esq. *)

Da die interessanten Versuche des Baronets Sir James Hall manche Behauptung in meiner Prüfung von Hutton's Theorie der Erde zu erschüttern scheinen; so halte ich es für Pflicht, sein Raisonnement und die Folgerungen, die er aus seinen Versuchen zu Gunsten dieser phantastischen und grundlosen Theorie zieht, genauer zu prüfen.

In seinem frühern Aufsätze, (*Edinb. Transact.*, Vol. 3,) führt er als eine Hauptschwierigkeit gegen die Meinung, daß der *Granit* sich durch Schmelzung gebildet habe, die regelmässigen Feldspath-Krystalle an, die sich häufig darin von derbem nicht krySTALLISIRTEM Quarze umgeben finden, so daß sie sich in den Quarz abgedruckt haben, indess doch der Feldspath leicht-, der Quarz hingegen sehr schwerflüßig ist. „Da indess zerstoßener Quarz und Feldspath

*) Zusammengezogen aus Nicholson's *Journal of natural philosophy* etc., Vol. 4, p. 97 f., in Beziehung auf einen frühern Aufsatz Hall's, und auf dessen Abhandlung im vorigen Hefte dieser Annalen, S. 385 f. d. H.

„sich mit einander zu einer Art von Glas schmelzen
 „lassen, wobei der Feldspath für den Quarz eint-
 „germaßen als Auflösungsmittel dient, so lasse
 „sich, meint er, beim Gestein nach der Schmel-
 „zung hier etwas ähnliches, als beim starken Er-
 „kälten des Salzwassers, (wobei das Wasser allein
 „gefriert, und das Salz sich abscheidet,) erwarten.
 „Auch hier werde, auf dieselbe Art wie in jenem
 „Falle reines nicht salziges Eis entsteht, sich der
 „Feldspath allein mit Ausschließung des Quarzes
 „krystallisiren.“

Hiergegen bemerke ich: *erstens*, daß das Was-
 ser, (womit der Feldspath hier verglichen wird,)
 bei heftigem Froste sich nie *regelmäßig* krystallisirt,
 obschon dieses bei Wasserdünsten geschieht, mithin
 die Vergleichung nicht Stich hält, da in jenem Falle
 der Feldspath *regelmäßig* krystallisirt werden soll.
Zweitens. Sollte der Feldspath auf den Quarz
 eben so, wie Wasser auf das Salz beim Auflösen
 und Erkalten wirken; so müßte, wie im Salzwas-
 ser das Wasser, so auch im Granit der Feldspath
immer das häufigste seyn. Dieses ist zwar der ge-
 wöhnlichste Fall, selbst wo der Feldspath nicht *regel-*
mäßig krystallisirt ist; doch findet in der Schweiz,
 wie Höpfner bezeugt, *) auch in Schlefien,

*) *Helvetisches Magazin*, B. 4, S. 166. *Museum Lescan.*, Vol. 1, p. 375, No. 37, 38, 40, 41, Edit. Angl. K.

wie Gerhard bemerkt, *) das Gegentheil statt, und wie könnte da der Feldspath als Auflösungsmittel oder als Fluß für den Quarz gedient haben? *Drittens* sind nach der Auslage aller Kenner die Fälle sehr selten, in welchen der Feldspath im Granit regelmäsig krystallisirt vorkömmt. Man nennt ihn dann porphyrtigen Granit, und eben dieses Umstandes wegen halten ihn viele Mineralogen für einen vom Urgranit gänzlich verschiedenen Granit neuerer Bildung. **) *Viertens* hat man verschiedene Mahl versucht, Granit zu schmelzen; aber wenn man ihn auch noch so fein zerstiess, so blieb doch der Quarz ungeschmolzen, wie man mit einem Vergrößerungsglase leicht bemerken konnte. ***) In den uns bekannten Hitzgraden kann folglich der Feldspath nur in sehr wenigen Fällen dem Quarze zum Auflösungsmittel dienen. Die volle Portion Kiesel Erde, welche durch die andern Erden im Flußspath in Fluß gebracht werden kann, ist schon in dem Flußspathe selbst enthalten, daher auch zwischen der Wirkung des Wassers, als Auflösungs-

*) *Grundriss des Min.-Syst.*, B. 1, S. 404 u. 405. K.

**) S. Widenmann, p. 1005, in der Note. Beson in Rozier's *Journal de Phys.*, Vol. 29, p. 89; Dolomieu im *Journ. des Mines*, No. 16, p. 22; auch Sauffüre's *Alpenreise*. K.

***) Sauffüre *Voy. dans les Alpes*, Vol. 1. §. 172, 173, 174; Gerhard, Th. 1, §. 51, und dessen *neues Mineral-System*, 1797, S. 413; Hacquet in Crell's *Beitr.*, S. 34, 35; etc. N.

mittels des Salzes, und der Einwirkung des Feldspaths auf den Quarz, in der That keine Aehnlichkeit statt findet. Wasser und Salz sind vollkommen heterogene, Feldspath und Quarz dagegen beide erdige Stoffe, deren ersterer schon viel vom letztern als wesentlichen Bestandtheil in sich enthält, und nur durch diese Zusammensetzung schmelzbar ist. Vermehrt man den Quarzantheil desselben, so wird das Ganze, wie ich durch Versuche gefunden habe, unschmelzbar. *Fünftens* endlich zeigt der Quarz häufig Eindrücke von Steinen, die schmelzbarer als er selbst sind. Dies könnte unter keiner möglichen Voraussetzung bewirkt worden seyn, wenn sich alles im Zustande des Flusses befunden hätte.

„James Hall bemerkte ferner in seinem frühern Aufsatze, daß, da eine Masse geschmolzenes grünes Glas durch allmähliges Abkühlen seine Glaseigenschaften verloren und undurchsichtig, weiß und minder schmelzbar geworden sey, durch ein abermahliges Schmelzen vorm Löthröhre und durch plötzliches Erkalten dagegen seine vorigen Eigenschaften wieder gewonnen habe, auch das aus dem geschmolzenen Granit erhaltne Glas, wenn man es nur mit hinlänglicher Langsamkeit abkühlen ließe, sich wahrscheinlich krystallisiren, und einen dem Originale ähnlichen Granit hervorbringen würde.“

Der Versuch mit dem Glase hat seine völlige Richtigkeit, und ist oft wiederholt worden; aber zwischen diesem Falle und der Bildung des Gra-

nits nach einer vollkommenen Schmelzung der Masse, findet keine treffende Analogie statt. Glas besteht aus einer einfachen Erde, der Kiesel-erde, verbunden mit einem Alkali. Um beider Vereinigung zu bewirken, muß die Cohäsion der Kiesel-erde-Theilchen von der chemischen Verwandtschaft derselben zum Alkali überwunden werden, und dies ist bloß bei einem hohen Grade von Hitze möglich, der die Cohäsion der Kiesel-erde-Theilchen schwächt. Wird, nachdem jene Verbindung wirklich zu Stande gekommen ist, das Ganze *schnell* erkältet, so bleibt es in jener Verbindung, weil das Alkali plötzlich erstarrt, und dann den Kiesel-erde-Theilchen zu ihrer Wiedervereinigung die freie Beweglichkeit durch das Auflösungsmittel fehlt; so dast, obgleich in dieser *niedrigen* Temperatur die Anziehung dieser Theilchen zu einander größer ist, als ihre Verwandtschaft zum Kali, sie doch in dem Zustande, den wir *Glas* nennen, beharren. Zwei Versuche setzen diese Erklärung außer allen Zweifel. Wird eine Auflösung von Salz in Wasser schnell von $+ 140^{\circ}$ bis zu $- 6^{\circ}$ Fahrenheitisch erkältet, so gefriert sie durchaus, ohne daß eine Ausscheidung des Salzes statt findet: *) ein Fall, der mit dem des Glases völlig analog ist. Der zweite Versuch ist der, den Trommsdorf in den *Annales de Chemie*, T. 22, p. 115, erzählt, da nach 8jähri-

*) *Novi Comment. Acad. Petropolit.*, Vol. 8, p. 146.

Annal. d. Physik. 5. 8. St. 1. J. 1801 S. 6 H

gem Stehn einer Auflösung der Kiefelerde in Alkali, die Kiefelerde-Theilchen derselben sich von dem Alkali getrennt, und zu vollkommenen KrySTALLen vereinigt hatten, welche so hart waren, daß sie am Stahle Feuer gaben.

Daß dagegen das beim Schmelzen sich bildende Glas bei einem *langsamen* Abkühlen sich zersetzen muß, ist sehr natürlich, und dieselbe Erscheinung, die gewisse Salze, z. B. Salpeter, zeigen, wenn man mit ihnen kochendes Wasser sättigt, da sie bei allmähligem Erkalten sich zum größten Theile krySTALLISIREN und sich von selbst aus der Auflösung ausscheiden. Daß die so geschiedne Kiefelerde eine größere Hitze zum Schmelzen, als zuvor, erfordert, ließe sich erwarten, weil sie erstens nicht zuvor gepulvert ist, und zweitens während des langsamen Erkaltes viel von dem Alkali, ihrem Auflösungsmittel, verdampfen und verfliegen mußte. Daß aber, wenn sie wiederum einer viel stärkern Hitze als zuvor ausgesetzt wird, die Masse sich zum zweiten Male verglaset; davon ist der Grund derselbe, aus welchem von den Salzen sich in einer kleinen Quantität des Auflösungsmittels bei einer Temperatur von 212° Fahr. mehr, als bei 150° Fahr. auflöst.

Eine ganz andere Bewandniß als mit dem hier betrachteten Falle, hat es mit dem *Granit*. Granit ist eine aus Quarz, Feldspath und Glimmer gemengte Gebirgsart; unter diesen ist der Feldspath am leichtesten, und der Quarz am schwersten zu

schmelzen. Wir wollen zu Gunsten des Barons annehmen, alle drei Stoffe wären durch eine grofse Hitze zum völligen Schmelzen gebracht, und bei einem schnellen Erkalten trenneten sie sich, und kämen nach einander wieder zum Vorscheine, (wozu uns indess bis jetzt noch kein Versuch berechtigt.) Ohne Zweifel würde sich der Quarz zuerst, bei weniger Verminderung der Hitze, sondern; und da dieses in einem flüssigen Medium geschieht, so sehe ich nicht ein, warum er dabei nicht regelmässige Krytalle bilden sollte, dergleichen indess im Granit höchst selten anders als in Drusen vorkommen. Nach einer ziemlichen Zwischenzeit würde der Glimmer sich eben so regelmässig krytallisiren, und zuletzt erst der Feldspath, wie Hall muthmafst, auch krytallisirt erstarren. Wenn aber die Krytallisation dieser drei Steinarten zu so verschiedenen Zeiten erfolgte, so müfste aller Quarz sich zu unterst, darüber Glimmer, und zu oberst der Feldspath setzen, wie wenn Salze von sehr verschiedner Auflöslichkeit in gleichen Quantitäten Wasser aufgelöst und krytallisirt, oder Stoffe von verschiedlicher Flüchtigkeit durch Feuer sublimirt werden. Nun hat man aber in verschiednen Theilen der Erde kaum ein halbes Dutzend Granitmassen entdeckt, worin die Grundmassen alle regelmässig krytallisirt wären; in höchst wenigen ist eine deutliche Schichtung bemerkbar, und noch hat man gar keine gefunden, worin die drei Grundmassen regelmässig krytallisirt und in der beschriebnen

Ordnung über einander gelagert wären. Im Gegentheile liegen sie bei weitem im größten Theile der Granitgebirge auf das verworrenste und ohne allen Anschein einer regelmässigen KrySTALLISATION, so unter einander, daß man aus der bloßen Ansicht gar nicht sagen kann, welche der drei Grundmassen sich zuerst oder zuletzt krySTALLISIRT hat. Ja, man stößt sogar oft auf Granitmassen, in welchen der Glimmer sich zugleich mit dem Quarz krySTALLISIRT haben muß, da sich im Bruche des letztern Glimmerblättchen finden. (Saufüre, Vol. 6, §. 1621.) — Zuletzt muß ich noch bemerken, daß selbst bei der Voraussetzung einer möglichen Bildung bestimmter Quarz-, Feldspath- und GlimmerkrySTALLE durch Schmelzung, diese KrySTALLE doch ganz und gar nicht denen gleichen würden, die wir kennen, weil diese, wie ich anderswo gezeigt habe, wesentliches KrySTALLISATIONS-Wasser enthalten.

Mit diesen Schwierigkeiten hat man bei Erklärung der Entstehung des Granits auf nassem Wege nicht zu kämpfen. — So wie die Ursachen der Vereinigung auf trockenem und auf nassem Wege verschieden sind, so müssen auch ihre Wirkungen sehr verschiedentlich ausfallen. Denkt man sich die Bestandtheile des Granits alle auf nassem Wege aufgelöst, so lassen sich ihre Fällung und unvollkommene KrySTALLISATION daraus erklären, daß, indem sie sich mit einander vereinigen, sie nicht länger sich im Wasser schwebend erhalten können, und so fast alle drei zu gleicher Zeit sich niederschlagen, und

sie auf trockenem Wege sich nur bei abnehmender Hitze, nach einander in der oben erwähnten Ordnung niederschlagen und krySTALLISIREN könnten.

Sir James hat seitdem diese Vertheidigung der Bildung des Granits durch Schmelzung klüglich aufgegeben, und dagegen eine Bildung der Whinstone-Arten, Hutton's Theorie gemäß, auf trockenem Wege durch Versuche zu bewähren gesucht. Unter *Whinstone* versteht man in Schottland Grünstein, Basalt, Trapp, Wacke und Porphyr. In keinem dieser porphyrartigen Steine, den letztern ausgenommen, sind die Grundmassen regelmässig krySTALLISIRT, und mit diesem letztern, dem eigentlichen Porphyr, hat Herr Hall keine Versuche angestellt. Jene schmelzen, nach ihm, in einer Hitze von 38 bis 55° Wedgwood; die Gläser, in die sie verwandelt wurden, bei 15° bis 24°, und die den Originalen gleichenden steinartigen Massen, welche aus den Gläsern durch langsames Erkalten entstanden, bei 32° bis 45° W. Diese letztern nennt er *KrySTALLITE*, und ihre Bildung eine *KrySTALLISATION*; ein unbestimmter Ausdruck, der die Resultate der Versuche schon verdächtig macht. Jene Steinarten haben keine regelmässige KrySTALLISATION, sondern sind durch und durch nur sehr unvollkommen krySTALLISIRT; die ihnen ähnlichen, aus den Gläsern entstandnen Massen, mußten also auch mehr ein Streben nach KrySTALLISATION verrathen, als selbst vollkommne KrySTALLE seyn, wie man sie sich doch beim Ausdrucke: KrySTALLISATION, denken sollte. Ueber-

dies muß ich gleich hier bemerken, daß der verschiedene Schmelzgrad dieser sogenannten KrySTALLITE, zwischen 32 und 45° W., und der Stein selbst, zwischen 38 und 55 W., einen Zustand anzeigt, der sehr verschieden von dem ist, in welchem jene sich ursprünglich befanden. Diese Verschiedenheit wird sich leicht erklären lassen, wenn wir eine verschiedene Entstehungsart beider Zustände annehmen, indess man sich vergeblich nach einer Erklärung derselben umsehen wird, wenn man für beide einen und denselben Ursprung annimmt.

Der erste Versuch, (*Annalen*, Band VII, Seite 395,) wurde mit einem aus Feldspath und Hornblende innigst gemengten Grünsteine angestellt. Durch starke Hitze und schnelles Erkalten verglaste er ihn. Ein Stück dieses Glases wurde unter einer engen, bis 21° erhitzten Muffel in einer Minute so weich, daß es dem Drucke eines eisernen Stabes nachgab, in der zweiten Minute aber völlig hart, obgleich die Temperatur dieselbe blieb. Die so erhärtete Substanz hatte nun ihren glasartigen Charakter verloren, glich im Bruche dem Porzellän, (d. h. hatte einen glatten Bruch,) und war erst in 31° Hitze schmelzbar. — Bei einem andern Versuche trat jene Veränderung schon ein, ehe noch das Glas vollkommen schmolz; ja, in einem zeigte sich die Verdichtung, (die er sehr ungeschicklich KrySTALLISATION nennt,) noch während die Hitze im Steigen war, und die Substanz blieb dabei so zäh, daß sich die anfängliche Gestalt des

Stücks gar nicht veränderte. Endlich fand sich bei langsamem Erkalten des Glases das Gefüge vollkommen dem des Whinstone's gleichend. Der Bruch war *rauh, steinig und krystallinisch*; durch die Masse war hin und wieder eine Menge glänzender Facetten zerstreut, und in den, durch Luftblasen entstandnen Höhlungen befanden sich einige Krystalle.

Wer die Art, wie gemeines Glas sich bildet, aufmerksam beobachtet hat, weiß, daß es von dem Augenblicke an, in dem es zu schmelzen beginnt, sich in einem Zustande beständiger Zersetzung befindet, wie die darüber schwebenden Rauchwolken beweisen, wobei es nach und nach seine Leichtflüssigkeit verliert und an Dichtigkeit zunimmt. Die entweichenden Stoffe sind in diesem Falle die salzigen, wie Bosc d' Antic, (B. I, S. 10, 242, 213,) zeigt, und Macquer bestätigt; und daher rührt der Gewichtsverlust, den das Glas erleidet, (eben das, S. 220, und Macquer, B. 4, S. 261.) Macquer bemerkt auch, daß das Glas, wenn es zu lange im Schmelzen erhalten wird, seine Durchsichtigkeit verliert und trübe wird, weil die Stoffe, die zum Flusse dienen, verdünsten, und daß besonders die aus Thon, Kalk und Gyps bereiteten Gläser diesem Zufalle unterworfen sind. Lavoisier bemerkte dieselbe Erscheinung beim Feldspathe, der beim Schmelzen mit Sauerstoffgas desto schwerflüssiger wurde, je länger man ihn im Schmelzen erhielt, (*Mém. de Par.*, 1783, p. 577,) und schreibt

dies der Flüchtigkeit eines oder einigen seiner Bestandtheile zu; späterhin auch beim Specksteine und bei einer Mischung aus gleichen Theilen Quarz und Kalkspath. Dafs in einer nach und nach erhöhten oder fortdauernden Hitze einige Stoffe an Schwerflüchtigkeit zunehmen, ist daher keine neue Entdeckung; doch hat James Hall das Verdienst, sie durch die Bemerkung erweitert zu haben, dafs die Gläser aus Steinarten, mit denen er operirte, dabei wieder ihr steiniges Ansehn annehmen. Dieses Ansehn sollen sie aber, wenn ich ihn recht verstehe, nicht dadurch, dafs sie lange einem hohen Grade von Hitze ausgesetzt blieben, sondern blofs durch das langsame Erkalten erhalten haben, indem ihre Consolidation lediglich eine Wirkung dieser Behandlung sey.

Diese Consolidation nennt Hall sehr unschicklich: *Krystallisation*; da zur wahren Krystallisation, sie sey vollkommen oder unvollkommen, wesentlich gehört, dafs die sich vereinigenden Theilchen sich zuvor im flüssigen Zustande befanden und sich durch das flüssige Medium frei bewegen konnten. Kommen sie sowohl als ihr flüssiges Medium beide zum Gelftehn, so nennt man diese Wirkung *Coagulation*, wovon die *ossa Helmontii* und das durch den *Liquor silicum* gebildete Gallert Beispiele sind. Bei Hall's Versuchen ging dagegen die Consolidation in einem Glasstücke vor, welches immer im festen Zustande blieb, und dessen Theilchen sich nicht frei zu einander bewegen konnten, daher sie offen-

bar durch eine innere Veränderung in der Constitution des Glases bewirkt werden mußte. Es ist nicht schwer, diese Veränderungen nachzuweisen.

Zuerst ist es höchst wahrscheinlich, daß Kiesel, Thon, Kalkerde und geringe oxydirtes Eisen, welches auch ihre gegenseitige Verwandtschaft ist, gleich andern festen Körpern, beim Uebergange in den flüssigen Zustand eine gewisse Menge von Wärme als latente binden, und daß, wenn sie im Flusse und ihre Theilchen chemisch vereinigt sind, sie, um in Flus zu bleiben, einen höhern Grad von Hitze erfordern, indem ihre gegenseitige Verwandtschaft vor ihrer Vereinigung die Schmelzung befördert, nachher aber ihr entgegen wirkt. Auf diese Art erleichtern Eisen und Platina, die für sich höchst schwerflüssig sind, zusammengemischt, eins das Schmelzen des andern, werden aber nach der Schmelzung schwerflüssiger als zuvor. (Rinnmann, §. 135.) Schwefel und Blei sind jedes für sich allein leichter, als chemisch vereinigt, schmelzbar. — Dazu kommt, daß, nach Dr. Kennedy's Analyse, die Whinstones 10 Procent Natron, so wie, nach Vauquelin, der Feldspath Kali, enthalten. Sollte nicht in ihrer Verglasungshitze ein großer Theil dieser Salze verflüchtigt, und dadurch die Masse flüssiger werden, und daher nur in einer starken, schnell erzeugten Hitze, bei welcher weniger Natron zum Flusse hinreichen kann, noch flüssig bleiben?

Die zweite zu erklärende Erscheinung ist die Versteinung, oder das *steinige* Ansehn, zu wel-

chem die verglasten Steinmassen durch langsame Erkalten wieder gelangen; bei weitem die interessanteste Thatfache in Hall's Versuchen. Wir müssen hier sogleich bemerken, dass es wiederum nicht in aller Strenge richtig ist, dass die Whinstones in starker Hitze verglast werden. Dann müßten sie ein durchsichtiges Glas geben, das im Bruche wie das gemeine Glas vollkommen glatt und glänzend wäre; statt dessen schmolzen sie nur zu einem *Email*, das dem glasartigen Zustande sehr nahe kömmt; selbst die daraus gefertigten Flaschen sind nichts weiter, und besitzen deshalb eine so vorzügliche Festigkeit. Ihre Ingredienzien sind daher auch nicht gleichförmig durch die ganze Masse verbreitet, sondern bleiben in derselben Ordnung und Lage, wie vor der Schmelzung; auch ist in der That ihr Antheil an Kieselerde viel zu groß, als dass diese durch die wenige in ihnen enthaltene Kalk- und Thonerde und das Natron vollkommen verglast werden könnte. Ueberdies vermindert sich die Verwandtschaft des Natrons zur Kieselerde im Verhältnisse, in welchem die Hitze abnimmt, daher sie sich dann wieder von einander scheiden, wenn die Hitze nicht so plötzlich vermindert wird, dass sogleich alle innere Bewegung aufhört. Dieses bestätigt der Vorfall in der Glashütte zu *Leith*, der sich zeigte, als man das geschmolzene gemeine Glas sehr langsam erkalten ließ, (*Ann.*, 1801, VII, 587.) Diesem Beispiele zufolge kann die Versteinerung selbst nach einer vollkommenen Verglasung eintreten. Dass es überhaupt auf chemische Verwandtschaft gegründet

te Vereinigungen giebt, die bis zu einem gewissen Grade nur bei bestimmten Temperaturen eintreten, und in niedern sich größten Theils wieder lösen, beweisen schon die meisten wässerigen, geistigen und andere Auflösungen, auch die Schmelzung des Goldes in einer Silbermasse, indem, wenn das Silber sehr langsam abgekühlt wird, das Gold, wie Homberg bemerkt, (*Mém. de Paris*, A. 1713,) sich aus der Masse scheidet.

Nimmt bei einer langsamen Verminderung der Hitze die Verwandtschaft der Kiesel-erde zu den Alkalien ab, so wird zugleich auch die Verwandtschaft des Thons zur Kiesel-erde verringert. Denn da der Thon sich nur in Temperaturen über 150° W. auf trockenem Wege mit reiner Kiesel-erde chemisch vereinigt, so wirkte hier offenbar das Natron mit, welches sich zuvor mit der Kiesel-erde vereinigte. Denn Hall fand die Whinstones schon bei 55° W. schmelzbar, hier also fand diese Verbindung in weit geringern Temperaturen noch statt. Zwar enthalten diese Steinarten noch Kalkerde, die zur Schmelzbarkeit der Kiesel- und Thonerde wesentlich beiträgt, so würde aber, wie ich aus Beobachtungen weiß, in Hitzgraden unter 120° W. diese nicht bewirken, unterstützte auch sie nicht dabei das Natron. — Uebrigens trägt die Gegenwart des Thons zur Verminderung der Verwandtschaft des Alkali zur Kiesel-erde im Glase mit bei, weil das Alkali eine fast eben so starke, (nach andern, eine noch stärkere,) Verwandtschaft zur Thonerde als zur Kiesel-erde hat; weshalb, seit Bergmann's Zeit, die Chemiker ein Alkali an-

wenden, um die innige Vereinigung der Thon- und Kiefelerde in den Edelsteinen zu trennen.

Nimmt man alles dieses zusammen, so wird es sehr begreiflich, wie in den Gläsern aus Whinstones, welche alle obigen Bestandtheile enthalten, durch langsames Erkalten nach dem Schmelzen die dichte Glas-Textur zerstört, und das lockere steinartige Gefüge hervorgebracht wird. Dies ist die einzige Veränderung, die sich dabei zuträgt, die geringen und unbestimmten KrySTALLISATIONEN ausgenommen, welche in den durch Luftblasen bewirkten Höhlungen, während die Masse noch weich ist, entstehen; denn für Krystalle kann man die hin und wieder zerstreuten Facetten nicht ausgeben, bloß für einen Anfang zur KrySTALLISATION. Sie bilden sich in dem Zeitpunkte, wenn die Verwandtschaft des Alkali zu den Erden so weit verringert ist, daß diese zu erstarren beginnen. Da das Alkali dann noch flüssig ist, so können sich die Erdtheilchen durch dasselbe hindurch bewegen und diese anfangenden KrySTALLISATIONEN erzeugen.

Ich komme nun zu dem zweiten Punkte, *in wie weit* nämlich die von Hall beobachtete steinartige Structur geschmolzener und langsam erkaltender Steinmassen *die Huttonsche Theorie der Erde zu bewähren und zu bestätigen vermag.*

Nach meiner Ueberzeugung erwächst aus ihnen gar kein Beweisgrund für diese Theorie; höchstens möchten sie dadurch, daß hier die Whinstones durch Schmelzung eine neptunistische Gestalt annehmen, den Ursprung derselben auf einige Augenblicke

zweifelhaft machen. Doch verschwinden auch diese Zweifel sehr bald, da die Whinstones unter Umständen und mit Beimischungen vorkommen, auf welche jene Versuche keine Anwendung finden, so wenig als auf die Granit- und die Kalkmassen, welche die Erdkugel hauptsächlich bilden, und im Vergleiche mit welchen die Whinstones, so häufig man sie auch in Schottland und einigen andern Gegenden findet, doch nur sehr spärlich über die Oberfläche der Erde verbreitet sind.

Hier kürzlich einige der wesentlichen Unterscheidungsmerkmale zwischen den künstlichen und natürlichen Whinstones, welche offenbar beweisen, daß sie nicht von einer und derselben Entstehungsart sind: 1. Die natürlichen Whinstones, besonders die Mandelsteine, (gemeiniglich *Toadstones* genannt,) enthalten häufig Kalkspath und Zeolith. Zu den Bestandtheilen des erstern gehört Kohlen-säure, zu denen des letztern ein bemerkbarer Antheil Wasser; von ihnen läßt sich daher schwerlich annehmen, daß sie einst verglast oder geschmolzen waren. — 2. Verlieren sie, nach Dr. Kennedy, 5 Procent Wasser und andere flüchtige Stoffe, wenn man sie bis zum Rothglühen erhitzt. Von den künstlichen wird dieses weder angeführt, noch läßt es sich erwarten, da sogar die sehr alten Laven von Catania und Piedémonte, nach Dr. Kennedy's ausdrücklicher Angabe, bei einer ähnlichen Behandlung keinen Gewichtsverlust leiden, welches zugleich ein treffliches Criterium für die Verschiedenheit des lange bestrittenen Ursprungs dieser Stein-

arten abgiebt. 3. Zwar giebt Hall selbst keine vollständige Beschreibung der äußern Kennzeichen der von ihm behandelten natürlichen, und der künstlich wiedererzeugten Whinstones, und ich selbst habe beide nicht gesehn; doch finden sich im *Journal de Physique*, T. V, p. 313, zwei derselben von der naturforschenden Gesellschaft zu Genf geprüft und beschrieben. Der *Grünstein* Nr. 1 selbst zeigte nicht die geringste Spur einer Entstehung durch Feuer, dagegen die von Hall daraus erhaltenen Steine, (*Krystallite*,) alle charakteristischen Kennzeichen einer Lava, ja einer porösen Lava an sich trugen. — Der *Basalt*, (oder vielmehr Trapp,) des *Edinburger Schlossfelsens* ist völlig compact, und der daraus bereitete künstliche Whinstone soll, nach Hall's Aussage, ihm in Farbe und Gefüge völlig gleichen, so daß es kaum möglich seyn würde, ihn davon zu unterscheiden, *enthielte er nicht einige wenige Luftblasen*. Schon dieses möchten Neptunisten für ein hinlänglich charakteristisches Unterscheidungszeichen nehmen: doch ist er auch nach den Genfer Mineralogen von einer dunklern Farbe und größern Härte, als der natürliche. Wären die specifischen Gewichte und andere Charaktere angegeben, so würden sich wahrscheinlich noch andere Unterschiede finden, und bloß in solchen äußern Kennzeichen steht eine Verschiedenheit zu erwarten, da ihre innere Zusammensetzung dieselbe seyn muß.

Noch kann ich nicht ganz mit Stillschweigen den Schloß übergehn, den Hall aus seinen Ver-

suchen zieht, nämlich: „dass die Gründe, die man „gegen die unterirdische Schmelzung des Whinstone aus seinem steinigen Charakter hernimmt, „nun völlig widerlegt schienen.“ Zu geschweigen, dass einige derselben Stoffe enthalten, deren Gegenwart mit dieser Hypothese nicht vereinbar ist; so lässt der senkrechte Stand sehr vieler unter ihnen, z. B. der Basaltsäulen von Staffa und vom Riesenwege, ihre Lagerung über Granit, Gneiss, Steinkohlen oder Kalksteinen, und der gänzliche Mangel aller Spuren von Wirkungen des Feuers, uns schlechterdings nicht an ihrer Entstehung auf nassem Wege zweifeln. Ja, das Collegium von Dublin besitzt sogar Fragmente von Basaltsäulen mit eingemengten Seemuscheln; ein Beweis, dergleichen es keinen stärkern geben kann.

Die Ursache, welche ich für die Flüssigkeit der Lava angegeben habe, hält Hall für eben so sonderbar und unbegreiflich als die Dolomieu'sche. Ich selbst bin nicht so glücklich gewesen, diese bewundernswürdigen Ströme zu sehn, und baute daher auf die Berichte der genauesten Beobachter, besonders Dolomieu's, der die Laven viele Jahre umständlich und sorgfältig untersucht hat. Dieser große Beobachter hat meine Meinung nicht so unbegreiflich gefunden, denn er hat sie seitdem selbst angenommen. „Aus der Art,“ (sagt er im *Journ. de Phys.*, Vol. 1, p. 119.) „wie die Laven fließen, „lässt sich mit Sicherheit schliessen, dass sie eine Substanz mit sich führen, die im Stande ist, ihre Hitze „und Flüssigkeit zu unterhalten, und die in Berüh-

„nung mit der Atmosphäre, bis sie verzehrt ist,
 „brennt. Diese Substanz, von welcher der Schwefel
 „wenigstens ein Hauptbestandtheil ist, besteht
 „sie anders nicht allein daraus, hat ihrer Beschaf-
 „fenheit nach viel Aehnlichkeit mit dem Phosphor,
 „der auch einer doppelten Art von Verbrennung
 „fähig ist; und das Verbrennen desselben scheint die
 „Flüssigkeit in einem Lavaströme zu unterhalten.“
 u. s. w. Hall beschuldigt mich, zu Stoffen, die
 keine Spur ihrer Existenz zurückgelassen hätten,
 meine Zuflucht genommen zu haben, Dolomieu
 und Fabroni haben aber diese Spuren wirklich
 entdeckt, (siehe meine *Mineralogie*, Th. 1, S. 397,
 und *Journal de Phys.*, I, 120,) und daß so flüchti-
 ge Stoffe, wie Schwefel und Steinöhl, lange zurück-
 bleiben sollten, ist nicht zu erwarten. — Uebri-
 gens bekenne ich, daß die Ursache, welche Hall
 von dem steinigen Aussehn der Laven nach ihrem
 Erkalten angiebt, mir jetzt unter allen die wahr-
 scheinlichste dünkt, und daß in dieser Rücksicht
 seine Entdeckung für die Geologie wichtig ist. Da-
 gegen scheinen mir seine Versuche die hohen Hitz-
 grade, die man dem vulkanischen Feuer zuzuschrei-
 ben pflegt, gar nicht zu bestätigen, und noch viel
 weniger die von Hutton willkührlich angehäu-
 ften Hypothesen, oder den vulkanischen Ursprung
 der Whinstones oder des Flötztrapps zu beweisen.

VII.

A U S Z Ü G E

aus Briefen an den Herausgeber.

1. Von Herrn Professor Treviranus.

Bremen den 11ten März 1801.

— Ihre Aufforderung, meine Versuche über den Einfluss des Galvanismus auf die Vegetation, (*Ann.*, VII, S. 281,) mit der Voltaischen Säule zu wiederholen, habe ich anderer Arbeiten wegen, die sich nicht aussetzen ließen, noch nicht erfüllen können. Inzwischen hoffe ich im nächsten Sommer mehr Muße zu finden, und dann sowohl über diesen Gegenstand, als über mehrere andere Punkte mit dem verstärkten Galvanismus zu experimentiren. Zu den letztern rechne ich vorzüglich die Fragen: *ob die galvanische Action auch ohne unmittelbare Berührung der Excitatoren durch eine Wirkung in die Ferne erregt werden kann; ob jene Action durch die positive und negative Electricität vermehrt, vermindert oder abgeändert wird; und ob dieselbe einen Einfluss auf die Inclination und Declination der Magnetnadel hat.*

Mich interessieren diese Fragen vorzüglich deswegen, weil ich mit der Beantwortung derselben eine Idee bestätigt oder widerlegt zu finden hoffe, die sich mir vor einiger Zeit sehr lebhaft aufgedrungen hat. Sollte nämlich *zwischen der Erde und dem Monde nicht ein beständiger galvanischer Prozeß statt finden, der durch den Einfluss der Sonne modificirt wird, und sollte dieser nicht den Grund aller meteorologischen Veränderungen enthalten?*

Annal. d. Physik. B. 8. St. 1. J. 1801. St. 5,

I

Was mir diese Vermuthung wahrscheinlich macht, ist zuvörderst dies, daß sich die Hauptbedingung des Galvanismus bei der Erde und dem Monde wiederfindet. Diese Bedingung ist Einwirkung zweier unoxydirter Körper von einem verschiedenen Grade der Oxydationsfähigkeit auf einander und auf eine oxydirte Flüssigkeit. Die Erde nun besteht theils aus unoxydirten Körpern von verschiedener Verwandtschaft zum Sauerstoffe, theils aus oxydirten Flüssigkeiten, und der Mond besitzt eine ganz andere Affinität zum Oxygen, als die Erde, wie der Mangel an Wasser auf seiner Oberfläche und das von dem Refraktionsvermögen unserer Atmosphäre so ganz verschiedene der feinigten beweiset. So weit hätte also meine Vermuthung einiges für sich. Jetzt aber entsteht die Frage, ob galvanische Prozesse auch ohne Berührung der galvanischen Excitatoren möglich sind; und hierüber denke ich, wie gesagt, so bald ich Muße dazu finden werde, zu experimentiren. Mehrere Thatfachen, die ich schon in Pfaff's und Scheel's nordischem Archive für Natur- und Arzneiwissenschaft, (B. 1, S. 283,) angeführt habe, machen es mir aber wahrscheinlich, daß die Antwort auf jene Frage bejahend ausfallen wird, und so ließe sich also mein Einfall auch von dieser Seite bis jetzt noch vertheidigen.

Bestätigte er sich übrigens, so hätten wir damit eine Ursache, welche alle Erfordernisse zur Erklärung der meteorologischen Veränderungen in sich vereinigte. Wir bedürfen nämlich zu dieser Erklärung eines Agens, welches die Oxydations- und Desoxydationsprozesse der Erde beständig zu unterhalten, und zugleich die Erregbarkeit der Thiere und Pflanzen mächtig zu verändern im Stande ist. Weder die Attraction der himmlischen Körper, noch der Einfluß der Sonnenstrahlen kann aber dieses Agens

seyn. Nicht einmahl die tägliche Ebbe und Fluth der Atmosphäre läßt sich aus ihnen befriedigend erklären, und noch viel weniger reichen sie hin, um einen Grund von den regelmässigen Exacerbationen und Remissionen der Fieber, so wie von der Entstehung der epidemischen Krankheiten anzugeben. Hingegen vereinigt der Galvanismus alle zu jenem Agens erforderlichen Eigenschaften. Seine Wirkungen auf die leblose Natur sind zunächst Oxydationen und Desoxydationen ohne vorhergegangene Erhöhung der Temperatur, und vermittelst dieser, Verwandlung von Wasser in Luft und von Luft in Wasser, Veränderung der Mischung des Luftkreises, Vermehrung oder Verminderung der Elasticität desselben, Freimachung oder Bindung von Wärme, Erregung von positiver oder negativer Electricität, u. s. w.; und auf die lebende Natur schnelle und kräftige quantitative oder qualitative Veränderung der Erregbarkeit. Vielleicht sind die beiden Pole unsrer Erde das, was die äußerste Zink- und Silberplatte bei der Voltaischen Säule sind; der Mond setzt die beiden äußersten Kettenglieder mit einander in Verbindung, und die Sonne bringt durch ihre Einwirkung auf diese Kette die nöthigen Abwechselungen in derselben hervor.

Doch schon genug der Visionen! Vielleicht wird es mir gehn, wie dem Dürstenden in den arabischen Wüsten, der den Flüssen nacheilt, die ihm die Fata Morgana zeigt. Inzwischen dieser findet bloß Sand, wo er Wasser anzutreffen hoffte; bei der Verfolgung meiner Vision aber, dächte ich, müßte sich, wenn auch nicht das Gesuchte, doch sonst etwas finden, was wohl eben so viel werth seyn könnte, als das Erwartete, und in der Rücksicht wird es mir nicht unangenehm seyn, wenn Sie diesen meinen Träumereien eine Stelle in Ihren Annalen einräumen wollen.

2. Von Herrn Regierungsrath Hebebrand.

Büdingen den 16ten März 1803.

— — Ueber die beste Einrichtung der *Gestelle zu Volta's Säule* *) wird sich noch manches sagen lassen. Bei jeder neuen Construction der Säule ereignen sich neue Modificationen in Aeußerung ihrer Kraft, die mir weniger von der Leitungsfähigkeit des Gestelles, als der jedesmahligen Temperatur der Luft, der Reinigung des Metalls, den mitwirkenden Ingredienzien des Leitungswassers und andern Umständen abzuhängen scheinen, auf welche zu achten man bisher keine Zeit gehabt hat. In meinem Gestelle liegen die Platten genau zwischen den Glasstangen und berühren diese. Es ist nicht zu vermeiden, daß das durch die Schwere des Metalls ausgedrückte Leitungswasser sowohl die Stangen als auch den Rand der Scheiben nicht überall benetzen sollte. Dessen ungeachtet habe ich nicht bemerkt, daß die Batterie dadurch an Stärke etwas verloren hätte. Vielmehr habe ich dieselbe vor Schlafengehen jedes Mahl mit einem Schwamme von aussen wieder angefeuchtet und einen Sack von Papier übergestülpt, um das Verdunsten des Salzwassers zu verhindern. Auf diese Weise wirkt dieselbe noch am 5ten Tage, vermittelst der zu Hülfe genommenen Verstärkungsröhren, merklich genug und giebt einige Funken.

Mein *Electroskop* ist nach der in Bohnenberger's Beschreibung einiger Electrifikationsmaschinen, 6te Fortsetzung, S. 278 u. f. w., enthaltenen Anweisung verfertigt, nur daß der Fuß von Messing, und nicht von Holz ist. Ich setze dieses neben die Batterie, fasse es mit beiden Händen am Glase, und halte es, nachdem der Aufsatz mit dem einen Ende der Säule in Verbindung gesetzt worden, in einer so schiefen

*) Vergleiche *Annalen*, VII, 183.

Lage, daß die Goldstreifen einen von den Ableitungsstiften berühren. Ein Gehülfe schließt die Kette unten am Fusse des Instruments. So bald dies geschehen, wird ein Goldstreifen abgestoßen und spielt hin und her, je nachdem die Kette geöffnet und geschlossen wird. Vielleicht verdiente diese Erscheinung aufmerksamer beobachtet zu werden, wozu die übrigen Versuche mir bisher keine Zeit gelassen haben. Ich habe mich in Betreff der Electricitätserscheinungen mit Beobachtung ihrer zu- oder abnehmenden Stärke beschäftigt, wozu mir ein vorsichtiger Gebrauch der Condensatorsplatte mit Unterlage der Lichtenbergischen Glasparkeln weit bessere Dienste leistet.

Wie viel bei allen diesen Erfahrungen oft auf verborgene zufällige Umstände ankömmt, beweiset mir jetzt eine neue Construction der Säule. Das *ausströmende Licht*, welches ich in meinem letzten Briefe, *Ann.*, VII, 511, für eine optische Illusion erklärt habe, ist wieder zum Vorscheine gekommen. Da nun auch ein aufmerksamer Beobachter, der eben zugegen war, einige Mal bei Schließung der Kette ein Licht an dem Messingkreuze der obern Schraube gesehen haben will, so muß ich zwar für meinen Theil diese Wahrnehmung dahin gestellt seyn lassen, jedoch ihr aus dem Grunde einige Wahrscheinlichkeit einräumen, weil der Schmerz an der verwundeten Stelle eines Nietnagels auch außer der Kette lebhaft gefühlt wird.

3. Von Herrn Professor Grimm.

Breslau den 12ten April 1801.

— Herr Mechanikus Klinger hat einen *galvanischen Apparat nach Cruikshank's Einrichtung*, wie er in den *Annalen der Physik*, B. VII, S. 99, beschrieben ist, hier wirklich ausgeführt. Er be-

steht aus 80 Plattenpaaren; jede Platte ist ein reguläres Viereck, 1 Zoll $3\frac{1}{10}$ Linien lang, und die Silber- und Zinkplatten sind zusammengelöthet. Sie sind aber nicht in einen hölzernen Trog eingekittet, sondern Herr Klinger hat den Vorschlag, welchen Sie, (*Ann.*, VII, 102,) gemacht haben, realisirt. Das Ganze besteht nämlich aus zwei hölzernen Gestellen; auf einem jeden derselben sind drei Platten von Spiegelglas, die 2 Fufs lang und 1 Zoll $3\frac{1}{10}$ Linien breit sind, desgleichen an einem jeden Ende ein schließendes Quadrat von demselben Glase, in Gestalt eines länglichen, parallelepipedarischen Kastens zusammengekittet, so daß die zwischen die Glasplatten wasserdicht eingekitteten Metallplatten sich gänzlich im isolirten Zustande befinden. Dieser Apparat ist freilich kostspielig, aber die Vortheile, welche Cruikshank anführt, sind wichtig, denn er wirkt auf den Körper stärker als die Voltaische Säule, von welcher ich, (*Annalen der Physik*, VII, 348,) Nachricht ertheilt habe, bleibt länger wirksam, und läßt sich, sobald er zu wirken aufgehört hat, leichter reinigen. Erst seit 2 Tagen habe ich mit diesem Apparate Versuche angestellt. Auch scheint mir Cruikshank Recht zu haben, wenn er behauptet, daß ein solcher Apparat bei Zersetzung der Flüssigkeiten nicht so wirksam sey als die Voltaische Säule. Da er sich in meiner Wohnung befindet, und ich täglich damit Versuche anstellen werde; so hoffe ich Ihnen nach einigen Wochen über die Wirksamkeit dieses Apparats, (vielleicht auch in medicinischer Hinsicht,) etwas umständlicheres sagen zu können.

VIII.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN.

1. *Der Akademie der Wissenschaften zu Berlin für die Jahre 1801 und 1802.*

Preis eine goldne Medaille, 50 Dukaten werth; *Preisvertheilung* am 7ten August jedes Jahrs. Die Abhandlungen, die concurriren sollen, müssen vor dem ersten Mai dieser Jahre leserlich geschrieben, an den *beständigen Sekretär der Akademie* frei eingefandt werden; man erhält sie, auch wenn sie nicht gekrönt werden, nicht zurück, daher die Verfasser gut thun, eine Abschrift zu behalten.

1. Aufgabe der *physikalischen Klasse* auf das Jahr 1801: „*Wirkt die Electricität auf Stoffe, die gähren; und wie? Befördert oder hindert sie die Gährung, und verändert sie die Produkte derselben? Wie ließe sich durch die electrische Materie die Kunst, Wein zu machen, das Bier- und Essigbrauen und das Destilliren des Weingeistes vervollkommen?*“

2. Erneuerte Aufgabe der *mathematischen Klasse* für das Jahr 1802, mit einem verdoppelten Preise:

Da, ungeachtet der Bemühungen der geschicktesten Astronomen, noch manches in Hinsicht der *Variation der Schiefe der Ecliptik* aufzuhellen bleibt; so ladet die Akademie die Gelehrten ein, sich von neuem mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, und wird die Abhandlung krönen, welche die interessantesten Aufschlüsse in dieser wichtigen Materie enthält.

2. *Der Akademie nützl. Wissenschaften zu Erfurt.*

Preis, von einem ungenannten Freunde der Chemie ausgesetzt, 30 Dukaten; *Einsendungstermin*, am

den Sekretär der Akademie, Prof. Beller mann, bis zum Ende Aprils 1802; drei Monat nachher wird die Preisvertheilung bekannt gemacht. Die Akademie fordert alle Sachkundige auf, an der Erörterung dieser nützlichen Aufgabe Theil zu nehmen, nur die in Erfurt anwesenden Mitglieder der Akademie sind von der Concurrenz ausgeschlossen. Die Frage ist: „*Welche nützliche Anwendungen lassen sich in der Chemie und in den Künsten von den Temperaturen unter 0° R. machen, und bis wie weit ist es möglich, durch künstliche Mittel die Temperatur herab zu bringen?*“ Es wird gewünscht, die schon bekannten Versuche von Lowitz, Fourcroy u. s. w., (*Ann.*, I, 479; II, 107,) zu wiederholen und zu prüfen; zu versuchen, ob sich nicht durch quantitative Veränderung der Mischung, durch Anwendung derselben in größerer Menge, durch neue Mischungen oder durch In einander setzen mehrerer kältender Gefäße, weit größere Kältegrade als bisher hervorbringen lassen; und wo möglich auch Versuche im luftverdünnten Raume anzustellen. Ferner den Einfluß der tiefen Temperaturen auf Gasarten, die mit Weingeist zu sperren wären, und deren Mischungen, wo möglich im comprimirten Zustande, so wie auf tropfbar-flüssige und feste Körper und auf die galvanischen Erscheinungen zu beobachten. Endlich anzugeben, was für Anwendungen sich von den tiefen Temperaturen in Künsten und Gewerben machen ließen.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, SECHSTES STÜCK.

I.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN
*über die Wirkungen der galvanischen Elec-
tricität durch VOLTA's Säule,*

von

CARL WILHELM BÖCKMANN,
Professor der Naturlehre zu Carlsruhe. *)

1.

Ueber den Bau der Voltaischen Säulen.

Die Voltaischen Säulen, oder sogenannten galva-
nischen Batterien, wie sie Nicholson und mehre-

*) Der Herr Verfasser, der, nach Vollendung seiner
Studien, beim allgemeinen Aufgebote in seinem
Vaterlande mit zu den Waffen gegriffen, und
bisher als Lieutenant beim Badenschen Militär
gestanden hatte, ist nun ganz vom Militär abge-
treten, und als Professor der Naturlehre seinem
würdigen Vater adjungirt worden. d. H.

Annal. d. Physik. 1. 8. St. 2. J. 1801. St. 6.

K

re andere Physiker zu ihren Versuchen gewöhnlich gebrauchten, waren in folgender Ordnung zusammengesetzt: Silber, Zink, Pappe oder Tuch, Silber, Zink, Pappe u. f. f., und endigten sich mit Pappe, Silber, Zink. Die Hrn. Voigt und Ritter haben deren Aufbau theils beschrieben, theils aber auch abgebildet geliefert. (Man vergleiche Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde*, B. 2, St. 2, S. 358, und Tafel V, Fig. 1.) Allein zwischen der Abbildung und Beschreibung scheint mir eine Verschiedenheit statt zu haben. Die Zeichnung ist nämlich nach Nicholson's Angabe; vermöge der Beschreibung aber war die Ordnung der Lagen folgende: Silber, Pappe, Silber, Zink, Pappe u. f. f., und sie endigte sich so: Zink, Pappe, Zink. — Was man jetzt gewöhnlich Silber- und Zinkdrähte, oder Hydrogen- und Oxygen-Drähte zu nennen pflegt, setze ich natürlich als bekannt voraus.

Bei meinen ersten Versuchen ward ich dadurch veranlaßt, die Säulen nach verschiedenen Ordnungen aufzubauen. Am Ende blieb ich bei folgender: Silber, Tuch, Zink, Silber, Tuch u. f. f., Silber, Tuch, Zink. Ich fand nun bei meinen Versuchen zwar auch an beiden Drähten die bekannten Wirkungen, aber auf eine entgegengesetzte Art; nämlich am Zinkdrahte das, was andere am Silberdrahte, und umgekehrt, bemerkt hatten. Denn so giebt bei mir der Zinkdraht, (*Hydrogen-Draht*),

Wasserstoffgas, und der Silberdraht, (*Oxygen-Draht*,) Sauerstoffgas. *)

Sollte daher nicht vielleicht Herr Gilbert, absichtlich oder zufällig, jene Säule, von deren Wirkungen er im 7ten Bande der *Annalen*, S. 117, Erwähnung thut, und wo der Zinkdraht Wasserstoffgas gegeben hat, nach meiner vorhin beschriebnen Ordnung erbauet haben?**) Es beschreiben Cruikshank, Haldane und Pfaff, (*Annal.*, B. VII, S. 94, 205 und 518,) ähnliche Erfahrungen.

Da nun meine Säule alles das zu leisten schien, was andere Naturforscher, bei einer gleichen Anzahl Lagen, von den ihrigen erhalten zu haben behaupteten, so konnte ich um so weniger eine Veranlassung finden, von meiner Construction abzugehen, weil, meiner Vermuthung nach, die Hauptwirkung der einzelnen Lagen der Säule von der Einwirkung des Zinks und Silbers auf das dazwischen liegende feuchte Tuch herrührt. Und deswegen kann ich nicht wohl einsehen, was bei der Ordnung: Silber, Zink, Pappe, Silber u. s. f., die untere Silberplatte bewirken könne, da sie vermuthlich nur die bereits erzeugte galvanisch-electrische Materie von der darüber liegenden Zinkplatte u. s. w. fortleitet, so dals der daran befestigte

*) Mehreres hierüber im folgenden Aufsatze des Hrn. von Arnim. d. H.

**) Diese Vermuthung hat ihre völlige Richtigkeit. Man sehe den folgenden Aufsatz. d. H.

Draht eigentlich nicht Silberdraht, sondern Zinkdraht genannt werden sollte; das nämliche gilt auch umgekehrt bei der obersten Lage der Säule. *) Noch weniger zweckmässig scheint mir aber diejenige Construction zu seyn, wo die Säule mit Silber Pappe, Silber anfängt; denn es muß die galvanisch-electrische Materie hier erst vom Zink durch Silber und Tuch zum untersten Silberstücke geleitet werden, und auch in diesem Falle sollte man daher den damit verbundenen Draht als vom Zink kommend betrachten, weil Silber und Silber wohl schwerlich auf das dazwischen liegende feuchte Tuch oder Pappe wirkt; auch wird hier die obere Fläche des untersten Silberstücks gemeiniglich ausgezeichnet geschwärzt, und es ist daher wahrscheinlich, daß ein Theil der Kraft der Säule bei dieser Oxydation verloren geht.

Das von mir angeordnete Gestell kömmt im Wesentlichen mit dem von den Herren Voigt und

*) Da die Herren Böckmann, von Arnim, Gruner und Erman, wie dieser und die folgenden Aufsätze dieses Stücks der *Annalen* beweisen, jeder für sich, fast gleichzeitig auf diese so nahe liegende und doch allgemein übersehene Bemerkung gekommen sind, und den bisherigen Irrthum hierbei gründlich aufdecken; so werden hoffentlich alle Physiker gern die falschen Benennungen Nicholson's der Pole und Polardrähte der Voltaischen Säule aufgeben, und sie der Natur der Sache gemässer bestimmen, worüber weiterhin ein Mehreres. d. H.

Ritter angegebenen überein. Auch ruht die Metallsäule auf 6 bis 8 mit Siegelack überzogenen Glascheiben. Zu mehrerer Bequemlichkeit für manche Versuche habe ich Messingplatten verfertigen lassen, woran sich kleine feine Zangen, die zur Befestigung von Drähten dienen, oder Drähte mit Knöpfen oder Spitzen, auch kleine Löffel u. s. w., anschrauben lassen. Von diesen Platten macht eine die Basis, und eine andere die Decke der Säule aus.

Die Tuchscheiben zwischen den Metallplatten waren gewöhnlich mit einer starken Auflösung des *Kochsalzes* in Wasser angefeuchtet. War es mir indessen um vorzüglich starke Funken zu thun, so nahm ich, anstatt des Kochsalzes, *Salmiak*; oder auch wohl zuweilen ein Gemisch von diesen beiden Salzen. Dann war zwar die Wirkung besonders stark, sie nahm aber schon nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde wieder sehr ab, und die Zinkplatten wurden stärker oxydirt als sonst nach 1 oder 2 Tagen. Nach meinen Beobachtungen scheint es, daß die stärkere oder schwächere Oxydierung des Zinks mit der Stärke der Funken in genauem Verhältnisse stehe. *)

Bei den meisten meiner Versuche wurde eine Säule von 80 Lagen gebraucht, die aus *Laubthalern*, *Zink* und *seinen wollenen Tuchscheiben* erhalet war. In einigen Fällen verband ich aber mit jener noch eine zweite Säule von 100 Lagen *Kupfer*, *Zink* und *feuchtem Tuche*. Die oxydirten Zinkplatten wur-

*) Eine Bestätigung der Meinung *Davy's*, VIII, 10.

den jedesmahl nach Herrn Gilbert's Verfahren, und das geschwärzte Silber durch Kochen in Wasser, worin Weinstein aufgelöst war, wieder gereinigt. — Wegen der so schnell erfolgenden Oxydation des Zinks bei diesen Versuchen, wird es mir schwer, zu begreifen, wie, nach Volta's Angabe, (*Annal.* B. VI, S. 345,) seine Säulen *Wochen lang* ihre Wirksamkeit behalten haben.

Würde ich mir jetzt noch eine neue Einrichtung machen lassen, so würde ich dabei gewiss auf Hrn. Gilbert's zweckmäßigen Vorschlag viele Rücksicht nehmen, (*Annalen*, B. VII, S. 183.) Doch würde ich den Druck der Schraube immer nur schwach seyn lassen, weil es sonst zu befürchten wäre, daß von den zwischen liegenden feuchten Tüchern oder Pappen die Feuchtigkeit ausfließen, und dadurch die Wirksamkeit der Säule, des frühern Austrocknens wegen, geschwinder aufhören möchte. Bei meiner gegenwärtigen Einrichtung pflege ich statt eines Schraubendruckes die oberste Platte der Säule mit 8 bis 10 Zinkplatten, oder mit einem andern Gewichte zu beschweren, welches mir vortheilhaft zu seyn scheint. *)

*) Die feinem, besonders electroskopischen Versuche ausgenommen, reicht man bei nur mäßiger Befechtung der Tuchscheiben, die etwas kleiner als die Metallscheiben seyn müssen, (so daß keine Feuchtigkeit aus ihnen über diese herabrinnt,) mit einem ganz einfachen Gestelle aus 3 gut geglätteten Holzstäben aus. Diese sind Glasstäben in mancher Rücksicht vorzuziehn. d. H.

Einige Versuche über die Erschütterungen, nebst Erfahrungen über die Wirkung der galvanischen Electricität auf den thierischen Körper.

Wenn ich an einer Säule von 80 Lagen die unterste und oberste Metallplatte mit nassen Fingern berührte, und dadurch die galvanische Kette schloß, so erstreckte sich die Empfindung der Erschütterung nur bis in die Fingergelenke; sie war aber stärker, wenn Hände und Arme mit warmen Salz- oder Salmiakwasser angefeuchtet waren. Als ich endlich eine zweite Säule von 100 Lagen Zink und Kupfer damit verband, so pflanzte sich die sehr heftige Erschütterung bis in die Achseln fort, und hatte ziemliche Aehnlichkeit mit der von einer Kleistischen Flasche. Dieses Gefühl war mir so unangenehm, daß ich es nicht oft wiederholen möchte, ohne dabei einen besondern Zweck zu haben.

Die Erfahrungen der Hrn. Gilbert, Ritter, Hebebrand u. s. w. über die sonderbare Verstärkung dieser Erschütterungen durch lange und starke Metallstäbe, Kugeln, oder hohle metallene Cylinder, fand auch ich vollkommen bestätigt. Auf diese Art ward ich durch eine schon seit mehr als 24 Stunden erbaute Säule, welche ohnedies kaum noch eine Spur von Erschütterung oder stechender Empfindung gab, so stark erschüttert, daß ich es nicht nur bis in die Schultern, sondern sogar in der Brust und im Unterleibe spürte. Noch heftiger

und fast unleidlich waren ähnliche Erschütterungen von zwei erst frisch aufgebaueten und mit einander verbundenen Säulen.

Die Wirkungen von solchen mehrmahls wiederholten Erschütterungen und Durchströmungen des galvanischen Fluidums auf meinen Körper, hatten bis jetzt nichts besonders ausgezeichnetes. Alles, was ich etwa empfand, war eine gewisse Bangigkeit oder Beklommenheit; ein Gefühl in dem Kopfe und der Nase, wie bei einem Schnupfen u. s. w. — Doch will ich es nicht verbürgen, daß dieses geradezu Folgen des Galvanismus waren.

Als ich ferner vor einiger Zeit 3 Tage hindurch, vom Morgen bis in die Nacht, galvanisirte, so schlief ich in jeder Zwischennacht, gegen alle meine Gewohnheit, sehr unruhig; erwachte von Zeit zu Zeit ängstlich; war beim Aufstehen müde und matt; empfand einen ungewöhnlichen Durst; war verdrüsslich und mißmüthig, und hatte sogar eine gewisse Abneigung, ferner galvanische Versuche anzustellen. Besonders unangenehm wurden mir jetzt die Erschütterungen, ungeachtet ich sonst nie einen Widerwillen dagegen gehabt hatte, und auch gegen weit stärkere Erschütterungen von einer Kleistifischen Flasche keine besondere Abneigung fühlte. Mehrere eigne und fremde Erfahrungen werden wahrscheinlich in kurzem mehr Licht hierüber verbreiten; und ich zweifle gar nicht, daß diese Untersuchungen, nach Herrn Grappengießer's

Aeusserungen, in der Medicin bald von größtem Nutzen seyn werden. *)

3.

Galvanisch-electrische Funken.

Das einfachste Verfahren, diese Funken zu erhalten, besteht darin, daß man einen etwa $\frac{1}{2}$ Linie dicken, nicht oxydirten Eisendraht z. B. an die unterste Silberplatte befestigt, und mit dem an-

- *) Folgende Erfahrung verdient immer in mehrerer Rücksicht aufbewahrt zu werden. Ein Mann von einem ansehnlichen Alter, der selbst ein vieljähriger genauer Beobachter ist, und auch schon seit einiger Zeit mit dieser Säule viele Versuche gemacht, oder denselben beigewohnt hat, dessen Lebensart und Naturordnung sehr pünktlich ist, und der außer der Zeit seines Aufstehens höchst selten eine neue Aufforderung von der Natur erhält, beschäftigte sich mit meinen beiden verbundenen Säulen gegen $\frac{1}{4}$ Stunde lang, nahm inzwischen mehrere von jenen starken Erschütterungen, vorzüglich durch die Finger, heraus, und versuchte zugleich den heftigen brennenden Schmerz an verschiednen Theilen des Kopfes u. s. w. Es war gerade Mittag, und folglich eine Zeit, in welcher er vielleicht in seinem ganzen Leben keine besondere Ausleerung bekommen hatte. Jetzt bekam er sie, und die Natur wirkte sehr stark, abgleich in gehöriger Form, und ohne alle Entkräftung. (Man vergl. hiermit Hrn. Ritter's Beobachtung an sich, *Annalen*, B. VII, S. 482.) B.

dem Ende die oberste Zinkplatte berührt, Bei einer starken Wirksamkeit der Batterie erhielt ich so öfters sprühende gelbröthliche Funkensonnen von 1 Zoll im Durchmesser, dergleichen ich einige Taf. IV, Fig. 8, abgebildet habe, da vielleicht manche Leser der *Annalen* solche noch nicht in der Natur sahen.

Ich bemerkte, (wie in den *Annalen*, B. VII, S. 260, bereits erwähnt,) daß an der Stelle, wo der Draht das Zink berührt, in dem sprühenden Funken noch ein besonderer, kleiner, weißbläulicher zu sehen ist, der viele Aehnlichkeit mit schwachen Funken von der gewöhnlichen Electricität besitzt. Sollte vielleicht hierdurch Herrn Gilbert's Vermuthung wahrscheinlicher oder bestätigt werden, daß hier zweierlei Funken entstehen, nämlich ein electrischer und ein galvanischer; oder wird vielleicht der sprühende Funke bloß durch die glühenden Metalltheilchen hervorgebracht, so daß der kleine weißbläuliche der eigentlich wirkfame Funke ist?

Wenn ich auch gleich bei öfterer Wiederholung und bei dabei angewandter größter Aufmerksamkeit nicht mehr eigentlich schlagende oder überspringende Funken, zwischen Eisen und Zink, beobachten konnte, so kann ich Hrn. Gilbert's Meinung doch noch nicht mit vollkommener Ueberzeugung beitreten, daß nämlich die galvanischen Funken nur erst bei der wirklichen Berührung des Metalldrahtes mit der Zink- oder Silberplatte statt haben. Die Schlagweite kann ja bei Säulen von

60 bis 80 Lagen vielleicht kleiner als $\frac{1}{2}$ Linie seyn, welche Entfernung schon schwer zu beobachten ist. Auch spricht ja Herr Bourguet, (*Annal.* B. VII, S. 488 und 493,) ausdrücklich von schlagenden Funken, desgleichen auch Herr Pfaff.

Ich construirte mir auch eine Säule, die mit Silber, Tuch, Silber anfang, und sich mit Silber, Tuch, Silber endigte, und erhielt gleichfalls Funken an den beiden äußersten Silberplatten. Bestand das oberste Ende der Säule aus Tuch, Silber, Kupfer, so bekam ich auch am Kupfer Funken, doch nicht anhaltend nach einander; auch beobachtete ich beim Schliessen dieser Kette, außer den gewöhnlichen Funken, noch einen andern zwischen der Kupfer- und Silberplatte; dies geschah sogar einige Mal, wenn auch an dem Kupfer und an dem schließenden Eisendrahte keiner zu sehen war.

Es geben zwar auch Drähte von Zink, Kupfer, Messing, Silber und Gold Funken, allein sie sind gewöhnlich nur klein, gar nicht oder nur wenig sprühend, und meistens von bläulichweisser Farbe. Ein nicht zu dicker Eisendraht zeigte sich immer am wirkksamsten. Sollte jenes sprühende Feuer vielleicht vom Eisen herrühren, indem nämlich durch den eigentlichen Funken glühend gewordne Eisentheilchen losgerissen wurden? man könnte dann hieraus erklären, warum diese Art Funken bei andern Metallen, die doch insgesamt gute Leiter zu seyn scheinen, nicht entstehen. Ein solches muthmaßliches Losreißen der feinen Eisentheilchen

erhält übrigens durch ein ähnliches Verstäuben des Blattgoldes, wovon ich sogleich reden will, noch einen gewissen neuen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Herr Pfaff hatte mich darauf aufmerksam gemacht, (*Annalen*, B. VII, S. 248,) daß das Blattgold zum Funkenausziehen besonders geschickt sey. Ich legte daher ein Stückchen davon auf die oberste Zinkplatte, und näherte demselben den mit der untersten Silberplatte in Verbindung stehenden Eisendraht; die dadurch entstehenden Funken überraschten mich sehr, weil sie von den bisher erhaltenen wesentlich verschieden zu seyn schienen. Sie besitzen nämlich eine blendende bläulichweiße, (phosphorische,) Farbe, so wie jener kleine bereits erwähnte, welcher sich gewöhnlich in der Mitte des sprühenden Funkens zeigt. Man kann dergleichen sehr viele und schnell auf einander hervorbringen; sie geben ein Geräusch, wie wenn man Taffent zerreißt, und man kann solches ohne besondere Aufmerksamkeit 8 bis 12 Schritte weit hören. Durch jeden Funken bekömmt das Blattgold ein kleines Loch, oder es wird eine hervorragende Spitze abgestumpft. Ich habe durch öftere Wiederholung dieser Funken eine Fläche von einigen Quadratlinien Blattgold verbrannt oder zerstäubt. Diese Art von Funken scheinen fast unläugbar eine Schlagweite so sehr zu beweisen, daß, wenn man die völlige Berührung des Drahtes mit dem Golde vorsichtig vermeidet, man dann das Ausziehen der Funken sehr oft wiederholen kann. Nach einer

auch nur kurzen Berührung hören aber die Funken gewöhnlich mehr oder weniger auf, bis sich vielleicht die Electricität in der Säule nach einiger Zeit wieder verstärkt oder angehäuft hat.

Lag das Blattgold nicht vollkommen auf der Zinkplatte auf, so sah ich hier zwischen dem Golde und Zink, während ich die gewöhnlichen herauszog, noch besondere einzelne Funkchen. Brachte ich auch an den Eisendraht etwas Blattgold, so erhielt ich beim Schliessen der Kette noch schönere Funken als zuvor. War am Eisendrahte allein Blattgold, und schloß ich mit demselben an der Zinkplatte die Kette, so erschien gleichfalls die vorige Art von Funken, wobei doch nur selten einiges Sprühen beobachtet ward. Nimmt man an, daß das Blattgold bloß wegen der feinen sich darbietenden Spitzen dergleichen ausgezeichnete Funken veranlasse, so ist es doch sonderbar, warum feine und zugespitzte Golddrähte dies nicht auch bewirken? — Da ich endlich auch am Silberende der Säule die Kette schloß, so erschienen beinahe eben dergleichen Funken.

Es scheint, wie auch Herr Pfaff, (*Annalen*, B. VII, S. 249,) schon beobachtete, daß kurz vor der Entstehung des Funkens das Goldblättchen von dem genäherten Drahte angezogen, und nach erfolgtem Funken wieder abgestoßen werde. — Mitteltst des gewöhnlichen Stanniols erhielt ich fast eben so schöne Funken als durch Blattgold.

Schon vorher, ehe mir Hrn. Bourguet's und Steffen's schöne Versuche über die Entzündungen durch galvanische Funken, (*Annalen*, B. VII, S. 485 und 522,) bekannt werden konnten, war ich gleichfalls darauf gekommen, entzündliche Körper, z. B. *Phosphor*, dadurch anzuzünden, und es haben solches mehrere Freunde hier bei mir gesehn. Ich legte nämlich ein wohlgetrocknetes Stückchen Phosphor auf die zu oberst befindliche Zinkplatte, und zog nun durch Eisendraht dergestalt Funken aus derselben, daß das sprühende Feuer an dem Phosphor hin fuhr; oft entzündete er sich schon beim zweiten oder dritten Funken, oft mußte ich hingegen 60 und mehrere Funken schlagen lassen; ist die Säule schon schwach, so gelingt dieser Versuch nicht. Auf eine ähnliche Art entzündete sich auch *Zunder*, doch ist dies schwieriger. Ohne Zweifel wird die Entzündung vermittelt der Funken aus Blattgold noch leichter vor sich gehen, da ja Schwefel, Schießpulver u. f. w. dadurch entzündet worden ist, welches ich indessen bis jetzt noch nicht versucht habe.

Ich brachte ferner die innere Belegung einer kleinen Kleist'schen Flasche mit der Zinkplatte, die äußere aber mit der Silberplatte einer doppelten Säule in Verbindung. Bei dem gewöhnlichen Entladen erhielt ich bloß von den gewöhnlichen etwas sprühenden Funken, wie solches auch schon Herr Gilbert gefunden hat, (*Annalen*, B. VII, S. 169.) Nahm ich nach einigen Minuten die Flasche vorsichtig

aus der Kette weg, so beobachtete ich, dass durch Halfe eines Condensators die kleinen Holunderkugeln eines von Paul in Genf verfertigten sehr empfindlichen Sauffärischen Electrometers 5 bis 6 Linien aus einander fuhren. Wenn ich dieses Electrometer bloß mit dem Zinkdrahte der Säule in Berührung brachte, so fuhr es schon einige Linien aus einander; durch den Silberdraht geschah dies aber nur dann, wenn es auf dem Zinkdrahte stand. Auch schon durch meine einfache Säule gab dieses Electrometer Electricität an. Bennet's Blattgold-Electrometer, das aber gerade nicht in seiner Vollkommenheit war, zeigte sich weniger empfindlich.

Es wollte mir nicht gelingen, durch *trockne Kohlen* aus der Voltaischen Säule Funken oder Erschütterungen zu erhalten; eben so wenig durch *wohlgetrocknete Phosphorstangen*. Auch *glühende Kohle* und die *Flamme eines Lichtes* zeigten sich nicht als Leiter der galvanischen Electricität. Da diese meine Erfahrungen über das Nichtleiten der Kohle mit mehreren andern Beobachtungen im Widerspruche stehen, so will ich gern zugeben, dass ich einen etwanigen nöthigen Umstand dabei übersehen habe.

Die galvanisch-electrischen Funken oder Ströme schienen mir, bei mehreren deshalb angestellten Versuchen, keine besondere Wirkung auf die *Magnetnadel* zu haben. Auch die *magnetische Materie* zeigte sich unwirksam.

Chemische Wirkungen der galvanischen Electricität.

Wasser. Ausser der bekannten Zersetzung des Wassers durch die galvanische Electricität in Wasserstoffgas, das sich am Zinkdrahte bei mir entwickelte, und Sauerstoffgas, das vom Silberdrahte aufstieg, machte ich noch folgende Beobachtungen.

Das *Lackmuspapier* ward im Wasser am Silberdrahte stark geröthet, am Zinkdrahte aber wieder vollkommen blau; das *Curcumapapier* ward im Wasser am Zinkdrahte braun gefärbt, erhielt aber am Silberdrahte wieder seine vorige gelbe Farbe. Es ist dies ein offener Beweis und Bestätigung, daß sich am Zinkdrahte eines oder das andere von den *Kalien*, am Silberdrahte hingegen eine *Säure* bilde. Das nämliche fand auch in einem mehrere Stunden lang ausgekochten sehr reinen Wasser statt. (Man vergl. *Annalen*, VI, 363; VIII, 36.)

Da ich den Hydrogendraht, (den Golddraht vom Zink,) in eine, und den Oxygendraht, (den Golddraht vom Silber,) in eine andere mit Wasser gefüllte Glaschale leitete, und beide Flüssigkeiten durch einen silbernen Draht mit einander in leitende Verbindung setzte, so gaben die zwei Golddrähte Gas, so wie auch diejenige Spitze vom silbernen Drahte, welche in die Schale ging, worin sich der Oxygendraht befand; die andere Spitze des silbernen Drahts, die in der Schale des Hydrogendrahts war, wurde oxydirt, und es senkte sich davon ein weißes

davon ein weißes Oxyd stromweise und in großer Menge herab. Es ward dasselbe im Sonnenlichte schnell braunroth gefärbt; ich sammelte etwas davon, konnte aber nicht bemerken, daß es die Eigenschaften des *Berthollet'schen Knallsilbers* besaß.

Es ist zwar noch nicht erwiesen, daß am Oxygendrahte *Salpetersäure* entsteht; allein der Geruch nach dieser Säure und andere Umstände machen ihre Erzeugung sehr wahrscheinlich. Man kann daher annehmen, das Silber werde an der Oxygen-seite durch die Säure aufgelöst; die Fällung als Silberoxyd kann nun entweder durch das am zunächst befindlichen Hydrogendrahte entstehende *Alkali*, (vermuthlich *Ammoniak*,) oder durch den im Wasser öfters vorhandenen *salzsauren Kalk* geschehen. Meinen Erfahrungen nach bin ich aus mehreren fast geneigt zu glauben, daß das gefällte Oxyd wirklich *salzsaures Silber*, (Hornsilber,) seyn dürfte. Doch müssen noch weitere Versuche uns hierüber erst mehreres Licht verschaffen. (Vergl. *Ann.*, VI, 362, 364; VII, 103, und VIII, 36, 41.)

Die Gasentbindung aus dem Wasser ging nicht schwächer vor sich, als ich am obern Theile der Säule zwischen Zink und Silber das eine Ende eines Eisendrahtes, und so das andere Ende am untern Theile einsteckte, und ausserdem auch noch Zink und Eisendrähte an die Säule anlehnte, so daß also alle Isolirung aufhörte. Schloß ich aber die Kette durch Eisendraht an den beiden letzten Platten

der Säule, so hörte nach wenig Sekunden die Gasentbindung auf.

Schwefelsäure. Es wurden in diese vollkommen weisse Säure die Golddrähte gebracht; sie gaben anfänglich beide schaumartiges Gas, bald geschah dieses nur noch allein am Oxygendrahte. Nahm ich den Hydrogendraht heraus, und senkte ihn dann aufs neue wieder in die Säure, so gab er immer in den ersten Augenblicken viel Gas. Nach einiger Zeit entstand um ihn ein gelblich weisses Pulver, (wahrscheinlich *Schwefel*,) und ich glaubte einen schwachen Geruch nach schwefliger Säure zu bemerken. Die Säure ward inzwischen etwas braun gefärbt. (*Annalen*, B. VII, S. 106; u. VIII, 32, 35.)

Salzsäure, (gemeine.) Am Zinkdrahte entwickelte sich in dieser Säure eine grosse Menge Gas, (Wasserstoffgas;) der Silberdraht ward safrangelb, und nach einiger Zeit war auch die Flüssigkeit zunächst um ihn so gefärbt. Es hatte ohne Zweifel die entstandene oxydirte oder salpetersaure Salzsäure das Gold aufgelöst. Als ich den Oxygendraht herausnahm, war er von weisgrauer Farbe, so weit er nämlich in der Säure gewesen. (Man vergl. *Annal.*, B. VII, S. 125.)

Essigsäure. Im destillirten Weinessig gaben beide Drähte schnell aufsteigendes Gas, und dies war das einzige, was ich bemerkte. (Man vergl. B. VII, S. 365.)

Ammoniak. Bei einem Versuche gab bloß der Zinkdraht Gas; bei einem andern aber alle beide

Drähte. Es war in dem letztern Versuche nicht so viel Ammoniak im Wasser enthalten, als zuerst. (Vergl. *Annalen*, B. VI, S. 373; B. VII, S. 122 und 523; und *Voigt's Magazin*, B. II, St. 2, S. 397.)

Kochsalz. In einer schwachen Auflösung dieses Salzes im Wasser gaben beide Drähte Gas; in einer starken aber nur der Hydrogendraht, und diese Gasentbindung geschah mit mehr Heftigkeit als im reinen Wasser. Der Oxygendraht verhielt sich wie in der Salzsäure. Das Lackmuspapier ward am Oxygendrahte stark geröthet, am Hydrogendrahte aber wieder vollkommen blau gefärbt; eben so zeigte das Curcumapapier die Gegenwart eines freien Alkali und einer freien Säure. (*Annalen*, B. VI, S. 366; B. VII, S. 352.)

Salmiak in Wasser aufgelöst. Der Zinkdraht gab Gas, und ward bald stark geschwärzt; am Silberdrahte zeigte sich weder Gas, noch sonst eine bedeutende Veränderung. Auch in dieser Auflösung gaben die gefärbten Papiere, wie in den vorigen Versuchen, die Gegenwart von Säure und Alkali an. (*Annalen*, B. VI, S. 366.)

Salzsaurer Kalk, (als Flüssigkeit.) Als die beiden goldnen Drähte in diese Auflösung gebracht wurden, verhielten sie sich so, wie in der Auflösung des Kochsalzes. Das Lackmus- und Curcumapapier bewies am Oxygendrahte die Gegenwart einer Säure, und am Hydrogendrahte das Daseyn eines Alkali. (*Annalen*, B. VII, S. 94.)

Alaunwasser. Es gaben darin beide Drähte Gas. Waren sie von Eisen, so entstanden am Oxygendrahte leichte weisse Flocken. Das Curcuma gab, aus leicht begreiflichen Gründen, kein freies Alkali an.

Salpeterwasser. Es gab hier allein der Oxygendraht Gas; die Bläschen waren ziemlich groß, (wahrscheinlich Sauerstoffgas,) und blieben am Drahte lange sitzen. Das Lackmus- und Curcumapapier ward gefärbt. Ich glaubte am Oxygendrahte einen geringen weislichen Niederschlag zu bemerken, so wie auch einen schwachen Geruch von Salpeter- oder Salzsäure.

Boraxwasser. Beide Drähte gaben Gas, und ich glaubte einen ammoniakalischen Geruch zu empfinden.

Schwefelkali-Wasser. Es gaben beide Drähte Gas; es erfolgte am Oxygendrahte eine starke Fällung von Schwefel, und ein Geruch nach Schwefel-Wasserstoffgas. Als ich für den goldnen Draht einen silbernen substituirte, so ward derselbe anfangs schwarz und gab kein Gas; nach einigen Minuten aber entstand hier gleichfalls eine Fällung von bräunlich gelbem Schwefel, (geschwefeltes Silber?) Durch Eisendraht erhielt ich einen schwarzen Niederschlag, (geschwefeltes Eisen?)

Berlinerblaulauge mit Wasser verdünnt. Es stieg von beiden Drähten Gas auf; da ich anstatt der goldnen Drähte *eiserne* nahm, so ward am Oxygendrahte *Berlinerblau* gefällt; als ich hierauf von der Zinkplatte aus wieder einen Golddraht in die Lau-

ge brachte, so setzte sich an den Oxygendraht, (der noch von Eisen war,) gleichfalls Berlinerblau ab, allein auf eine etwas andere Art als zuvor: denn dort entstand eine große Menge Berlinerblau bloß da, wo der Eisendraht die Oberfläche der Lauge berührte, tiefer herab aber nicht; hier geschah hingegen die Fällung nicht nur schneller, sondern auch an allen Theilen des in der Lauge sich befindenden Drahtes.

Schwererden-Auflösung. Am Hydrogendrahte geschah eine starke Gasentbindung; der Oxygendraht ward etwas weißlich grau, der Hydrogendraht hingegen schwärzlich. Eine wirkliche Fällung der Schwererde konnte ich nicht beobachten.

Schwefelsaure Kupferauflösung. Es erschienen hier am Oxygendrahte Gasbläschen, (Sauerstoffgas,) am Hydrogendrahte zeigten sich aber keine; dieser ward dagegen mit metallischem Kupfer überzogen. (Man vergl. *Annalen*, B. VI, S. 365.)

Kupferauflösung im salzsauren Ammoniak. Der Oxygendraht gab Gas, an den Hydrogendraht setzte sich Kupfer ab.

Salpetersaures Silber. Am Oxygendrahte entwickelte sich Gas, und es fiel hier eine gelbbraune Materie nieder; am Hydrogendrahte kam kein Gas zum Vorsohine; es setzte sich daran metallisches Silber ab. Der Oxygendraht ward in der Folge etwas braunschwarz oxydirt. (*Ann.*, B. VI, S. 365.)

Schwefelsaures Eisen. Beide Drähte gaben in einer wässerigen Auflösung dieses Salzes Gas; der

Hydrogendraht ward, vermuthlich durch Eisen, schwarz. Da ich in dem Wasser, worin die beiden Drähte von Gold schon eine Zeit lang Gas entwickelt hatten, etwas schwefelsaures Eisen zusetzte, so entstand nach einigen Minuten am Hydrogendrahte ein schön gelbgrünliches Oxyd. (*Annalen*, B. VII, S. 350.)

Salpetersaure Bleiauflösung. Der Oxygendraht gab nur wenig Gas und ward schwärzlich gefärbt; der Hydrogendraht gab kein Gas, es setzte sich metallisches Blei daran ab.

Bleizucker-Auflösung. Es entwickelte sich hier kein Gas; der Oxygendraht ward schwarz; der Hydrogendraht nahm die Farbe des Bleies an, vermuthlich vom abgesetzten reducirten Bleie.

Schwefeläther. Beide Drähte gaben Gas, doch der Oxygendraht nur wenig. (*Voigt's Magazin*, B. II, St. 2, S. 382 und 397.)

Seifenauflösung. Bloß der Hydrogendraht gab etwas Gas. Ich beobachtete keine Fällung.

Baumöhl oder Bernsteinöhl. In beiden Flüssigkeiten gaben die Drähte kein Gas, und während sie in diesen Öhlen waren, ließen sich aus der Säule Funken ziehen.

Es wurden in zwei mit *Salzwasser* gefüllte Schalen von Glas die beiden goldnen Drähte gebracht, und die Verbindung zwischen beiden Flüssigkeiten durch einen silbernen Draht gemacht. Der Oxygendraht gab anfangs nur wenig Gas, sehr bald aber gar keines mehr, und erschien nun durch die ent-

standene Goldauflösung schön gelb. Jetzt erst zeigte sich an demjenigen Ende des verbindenden silbernen Drahtes, welcher in der Schale war, worin sich der Oxygendraht befand, eine Gasentbindung. Eben so gab auch der Hydrogendraht in der andern Schale Gas, und das dabei befindliche andere Ende des verbindenden silbernen Drahtes gab nicht, wie im reinen Wasser, ein weißes Silberoxyd, sondern diese Spitze ward schnell schwarz gefärbt.

Das nämliche fand statt, als ich für die Schale mit Salzwasser, worin sich der Oxygendraht befand, eine mit *Salmiakwasser* gefüllte substituirt.

Auch zeigten sich die nämlichen Erscheinungen, als statt des Salmiaks *Salpeterwasser* genommen wurde; es ward das Lackmuspapier sowohl am Oxygendrahte als auch an dem Ende des verbindenden silbernen Drahtes in der Schale des Hydrogendrahtes, (die mit Salzwasser gefüllt war,) geröthet, und das so geröthete Papier an den beiden andern Drähten wieder schön blau; ähnliche Resultate erhielt ich mit dem Curcumapapiere.

Als ich hierauf diesen Versuch so umänderte, dals der Oxygendraht in *Salzwasser*, und der Hydrogendraht in *Salpeterwasser* geleitet, und beide Flüssigkeiten durch einen silbernen Draht in leitende Verbindung gesetzt wurden, so gab der Hydrogendraht Gas, und der Oxygendraht ward in der entstehenden salpeterfauren oder oxydirten Salzsäure aufgelöst. Das Ende des leitenden silbernen Draht-

tes gab beim Oxygendrahte Gas, am andern Ende beim Hydrogendrahte ward aber viel weisses Silberoxyd gefällt. Die Färbung der Papiere gab, wie gewöhnlich, Säure und Alkali zu erkennen.

Wenn ich den Oxygendraht in *Salpeterwasser*, den Hydrogendraht aber in *Salmiakwasser* leitete, so gaben diese beiden Drähte, so wie auch selbst der silberne Verbindungsdraht beim Hydrogendrahte, Gas; es ward dabei kein Oxyd gefällt.

Befand sich aber der Hydrogendraht im *Salpeterwasser*, und der Oxygendraht im *Salmiakwasser*, so ward der Oxygendraht aufgelöst, der zunächst befindliche leitende silberne Draht gab Gas, und an seinem andern Ende, im Salpeterwasser, fiel ein weisses Silberoxyd nieder.

Ich verband zwei Schalen mit *salzsaurem Kalk*, eben so durch einen silbernen Draht. Anfänglich gaben beide goldne Drähte Gas, bald aber nur der Hydrogendraht, und das Ende des silbernen Drahtes beim Oxygendrahte. Oberhalb der Schale, worin dieser Oxygendraht war, bemerkte ich einen besonders starken Geruch nach salpetersaurer oder oxydirter Salzsäure. Die Hydrogendrähte zeigten sich alkalisch, und das Ende des silbernen Drahtes beim Hydrogendrahte gab einzelne wenige Gasbläschen.

Hrn. Grimm's Beobachtung über den Einfluss der galvanischen Electricität auf gährenden ungarischen Wein, (*Annalen*, B. VII, S. 352,) veranlasste mich zu folgendem Versuche: Es wurden zwei

Glaschalen mit einem gleichen *gährungsfähigen Gemische*, von Zucker, Wasser und Bierhefen, gefüllt. Ich setzte beide Schalen neben einander, und leitete in die eine davon beide Golddrähte; es entwickelte sich an beiden das Gas, so wie im reinen Wasser; die Temperatur war zwischen 13 und 15° R. Das aufsteigende Gas sammelte sich zunächst an den Drähten als ein zäher Schaum. Ich ließ nun solchergestalt die galvanische Electricität gegen 12 Stunden lang durch die Flüssigkeit strömen, allein ich konnte nicht bemerken, daß die Gährung dadurch *befördert* worden wäre, die inzwischen in beiden Schalen ziemlich gleichförmig eingetreten und fortgeschritten war.

Dies ist denn nun eine kurze Darstellung der vorzüglichsten Versuche, welche ich bisher, (*Mitte Aprils*,) über diesen interessanten Gegenstand unternommen habe. Ich muß dabei aufrichtig gestehn, daß mir die ganze Sache, so viel ich auch darüber nachgedacht und nachgelesen habe, noch unendlich viel räthselhaftes enthält.

Herrn Ritter's Hypothese, daß das Wasser nunmehr wieder als ein einfacher Stoff zu betrachten sey, welches er nach seinen Versuchen mit Volta's Säule vermuthet, (man vergl. Voigt's *Magazin*, a. a. O., S. 380 u. f.,) scheint mir aber bis jetzt doch noch manchem gegründeten Zweifel unterworfen zu seyn. Die sinnreiche Erklärungsart von Cruikshank, (*Annalen*, B. VII, S. 97,) der einen doppelten galvanischen Strom annimmt,

nämlich einen oxydirten und desoxydirten, hat viel einleuchtendes, und interessirte mich, wenigstens eine Zeit lang, sehr. Von der Thätigkeit des Hrn. Ritter's, der sich schon so viele Verdienste um die Lehre vom Galvanismus erworben hat, läßt sich erwarten, daß er nicht ruhen werde, bis er volles Licht in dieses physische Dunkel gebracht habe; und bei diesem wünschenswerthen Lichte wird er dann unbefangen und gleichmüthig zusehen, was die Natur ihm zeigt und rathet, — sey es nun *gänzliche Bestätigung seines philosophischen Glaubens*, oder *Zurücknahme seiner Hypothese*. Auch in diesem letztern Falle wird der edle Denker seines Gewinnstes sich erfreuen, denn er tauschet doch gegen *Meinung Wahrheit* ein!

II.

BEMERKUNGEN

über VOLTA'S Säule,

von

L. A. VON ARNIM,

in Briefen an den Herausgeber. *)

Erster Brief.

Göttingen den 10ten März 1801.

1. *Versuche zur Aufklärung des Verhältnisses der Voltaischen Säule zu den galvanischen und electrischen Ketten.*

Die Zurückführung der galvanischen Erscheinungen auf electrische wurde angenommen, ohne bewiesen zu seyn; dieses war auch der Fall mit der Voltaischen Säule und ihrem Verhältnisse zur Electricität und zum Galvanismus. Eine einzelne Uebereinstimmung, sobald diese nicht der Grund aller andern Erscheinungen ist, bestimmt diese noch nicht, und doch war es nur die Entwicklung der entgegen-

- *) Dem Verfasser waren, als ich den ersten dieser Briefe, (die er als eine Fortsetzung seiner electrischen Versuche, *Annalen*, V, 33 — 78, ansehen wissen will,) von ihm erhielt, die Ritterischen Versuche und Bemerkungen, und die übrigen interessanten galvanischen Aufsätze in den beiden vorigen Heften der *Annalen* noch unbekannt.

d. H.

gesetzten Electricitäten an beiden Polen der Säule, was man dafür anführte. (*Ann.*, VI, 343.) Indessen schien mir diese Annahme einer genauern Beachtung werth, insbesondere da die *Rittersche Kette* das Mittelglied zwischen den *galvanischen* und *Voltaischen Constructionen* werden könnte. Die gleichen Gesetze dieser Kettenversuche und der galvanischen in Rücksicht der Zahl und Qualität ihrer Glieder und ihrer qualitativen Wirksamkeit, hat ihr Erfinder bewiesen. *) Die Uebereinstimmung mit den elektrischen Erscheinungen schien ihm, **) wie Herrn von Humboldt, ***) nicht wahrscheinlich. Ich glaube bestimmt gezeigt zu haben, daß die elektrischen Erscheinungen ebenfalls zu den Wirkungen in einer Kette gehören, (*Ann.*, V, 51;) es mußte daher ein Hauptgesichtspunkt seyn, das Verhältniß der Voltaischen Säule zu den Kettenversuchen auszumitteln, um zu dem Besitze ihres elektrischen Verhältnisses zu gelangen.

Eine eigne Schwierigkeit trat hier ein. Carlisle, (*Ann.*, VI, 347,) und Nicholson, (*Ann.*, VI, 353,) behaupteten, die Silberseite des Apparats befände sich im Zustande negativer, die Zinkseite im Zustande positiver Electrification. Dies war mit

*) *Beiträge zur nähern Kenntniß des Galvanismus*, B. I, St. 2. A.

**) *Ritter's Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensprozeß begleitet*, S. 171. A.

***) *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfasern*, I, S. 433 — 442. A.

dem Volta'schen Versuche *) mit trocknen Platten, (wie dort von Ihnen angemerkt wurde,) in Rück-
sicht der Art der Electricität ganz übereinstimmend;
aber genau betrachtet, können beide Versuche
nicht mit einander zusammengestellt werden. Der
Volta'sche Versuch gelingt vollkommen ohne Da-
zwischenkunft der Leiter zweiter Ordnung; nicht
so die Volta'sche Batteriewirkung. Jene Electrici-
tät zeigt sich nur nach der Aufhebung der Berüh-
rung beider; diese noch während der Berührung.
Endlich, und dies wäre für sich hinlänglich, — um
alle Vergleichspunkte aufzuheben, wenn wir, wie
die Engländer, die Pole bestimmen, (A., VI, 346,) und
1. Silber, 2. Zink, 3. feuchte Pappe, 4. Sil-
ber, 5. Zink auf einander folgen lassen, jenes den
Silber-, dies den Zinkpol nennen; so konnte ich,
ohne die Art der chemischen Wirkung auf das
Wasser zu ändern, 1 und 5, oder 1 und 4, oder
2 und 4, oder 2 und 5 mit einander verbinden.
Es fand sich also zwischen den einander berühren-
den Metallplatten kein Gegensatz, sondern allein
zwischen den durch die Pappe getrennten. Ich
konnte endlich sogar 1 und 5 hinwegnehmen und
es änderte nichts in der Art der Wirkung. Durch
diese Versuche verschwindet die Aehnlichkeit mit
jenem Volta'schen Versuche, aber zugleich auch
der Widerspruch, in welchem diese Beobachtungen
mit den ältern ganz analogen Volta's standen.

*) Gren's *newes Journal*, IV, S. 474. A.

Er sah *) bei zwei Metallplatten, die durch ein feuchtes Kartenblatt getrennt waren, das oxydirbarere Metall negativ, das andere positiv werden, also das Entgegengesetzte wie Carlisle. Aber nicht nur diesem Versuche, sondern auch dem durch so viele Erfahrungen bestätigten, von mir allgemein aufgestellten Gesetze: der Körper, dessen Wärmecapacität in Verhältniß zu einem andern sich vergrößere, werde negativ, dieser positiv, hätte dieser Carlisle'sche Versuch widerprochen.

Ich glaubte zuerst, wozu mich selbst einige andere Versuche Carlisle's berechtigten, (*A.*, VI, 351,) durch die Annahme, in der Volta'schen Säule werde das Wasser zersetzt, alle drei vereinigen zu können, (*A.*, VI, 472;) aber Haldane's Versuche über die Aufhebung der ganzen Wirkung der Säule in oxygenleeren Räumen, (*A.*, VII, 211,) haben diese Meinung widerlegt. Jene vorher angegebenen Versuche zeigen eine viel einfachere Uebereinkunft. Da 1 und 5 dort ohne Abänderung der Art von Electricität abgenommen werden konnten, so ist nur die seit Carlisle und Nicholson gewählte Benennung unrichtig. *Ihr Silberpol ist eigentlich der Zinkpol, ihr Zinkpol der Silberpol.* Alles ist dann übereinstimmend, sowohl mit den ältern Volta'schen Versuchen, wie mit meinem allgemeinen electrischen Gesetze. **)

*) Gren's *neues Journ. der Physik*, IV, S. 129. *A.*

**) Mit der bisherigen Verwechselung beider Pole der Volta'schen Säule hat es allerdings seine Rich-

Um dieses letztere Gesetz ganz zu bestätigen, oder vielmehr hier wieder aufzufinden, müssen zwar

tigkeit. Die eigentliche Wirkfamkeit der Säule beruht auf der Berührung des Silbers und Zinks mit einer liquiden Flüssigkeit, welche den Zink zu oxydiren vermag. Das beweisen nicht nur Davy's Versuche im vorigen Stücke der Annalen, sondern auch schon der von Volta bemerkte Umstand, daß der nasse Leiter mit Silber und Zink in Berührung seyn muß, indess beide Metalle durch andere Metallscheiben, unbeschadet der Wirkfamkeit der Säule, getrennt werden können; auch daß die Wirkfamkeit, bei einerlei feuchtem Leiter unabhängig von der Grösse der Berührung zwischen den trocknen Leitern ist, dagegen sich nach der Grösse der Berührung dieser mit den nassen Leitern richtet, (A., VI, 344.) Daher ist jede der einzelnen Ketten, deren homologe Verbindung die Volta'sche Säule als galvanische Batterie bildet, wesentlich folgende: *Zink, feuchter Leiter, Silber*. In jeder dieser Ketten liegt der Zinkpol zur einen, der Silberpol zur entgegengesetzten Seite des feuchten Leiters; daher auch in der aus lauter homologen Ketten zusammenzusetzenden Säule, der Zinkpol des Ganzen nach der Richtung hin zu suchen ist, nach welcher in den einzelnen Kettendie Zinkpole liegen. Werden unter die erste Kette Z., f. L., S. noch eine oder mehrere Silberplatten gelegt, so ändert das so wenig die Wirkung der Säule qualitativ, oder auch nur merkbar quantitativ in der Gasentbindung, (wie ich aus mehrern darüber angestellten Versuchen schliessen muß,) als die Wirkung der ganzen Säule, nach Volta's Bemerkung, dadurch mo-

erhalte verschiedenen Metallverbindungen erschöpft werden; doch gewährt das wohl keine geringe Wahr-

disicirt wird, daß man Metallscheiben zwischen die einzelnen Ketten einschiebt. Wenn also Nicholson seine Voltaischen Säulen auf folgende Art errichtet: *S., Z., f. L., S., Z., f. L., S. . . . Z. f. L., S., Z.*, so sind die erste Silber- und die letzte Zinkplatte der Säule offenbar überflüssig, und nicht als Glieder der galvanischen Ketten, sondern bloß als ein willkürlich hinzugefügter Metallleiter zu betrachten, der, ohne etwas zu ändern, so gut fehlen als da seyn kann. Nach ihnen den ersten Pol den *Silberpol*, und den letzten den *Zinkpol* zu nennen, wie man es bisher gethan hat, ist daher gewiß unschicklich und verwirrend, da jener Pol nach der Richtung des Zinkpols in jeder einzelnen Kette zu liegt, und deshalb der *wahre Zinkpol* der ganzen Säule, so wie dieser, der nach der Richtung des Silberpols in jeder einzelnen Kette zu liegt, der *wahre Silberpol* der Säule ist. Daher ist, den electrometrischen Versuchen mit der Säule gemäß, der *wahre Zinkpol* im Zustande von $-E$, der *wahre Silberpol* im Zustande von $+E$. Jenes ist der *Hydrogenpol* oder, nach Haldane, der *gasgebende Pol*; dieses der *Oxygenpol* oder der *oxydirende Pol*. Eben so ist die bisherige Benennung der Drähte bei den Zersetzungsversuchen billig diesem gemäß zu verändern, und bei der Construction der Säule die überflüssige Metallplatte an den Polen fortzulassen, damit die Namen wirklich mit den Endplatten harmoniren, und die Batterie in allen einzelnen Ketten völlig homolog sey. Ich darf um so mehr hoffen,

Wahrscheinlichkeit, wenn unter allen bisher versuchten, wie die folgende Tafel beweist, noch gar keine Ausnahme sich eingefunden hat.

fen, daß hierin alle Physiker, welche sich mit dieser Sache beschäftigen, einstimmen werden, da die Herren v. Arnim, Böckmann, Gruner, Erman sie alle gleichmäßig urgiren, und werde daher von jetzt an in allen Aufsätzen der Annalen mich dieser wahren Terminologie bedienen; um ein Gleiches bitte ich die Naturforscher, welche mich für die Annalen mit galvanischen Aufsätzen beehren. Freilich ist es unangenehm, Bedeutungen von Kunstwörtern zu verwechseln; allein in diesem Falle dürfte es doch noch ohne Verwirrung geschehen, da sich bisher alle Physiker, englische sowohl als deutsche, nach Nicholson's Construction der Säule und nach seiner Terminologie gerichtet haben. So Cruikshank, Davy, Henry und Haldane, (A., VI, VII,) so Hr. Ritter bei seinen chemisch-galvanischen Versuchen, (vergl. S. 138; ob das auch bei den wichtigen in den A., VII, St. 4., mitgetheilten Erfahrungen der Fall gewesen sey, darüber hoffe ich noch ausdrücklich von ihm belehrt zu werden;) so Hr. Pfaff (vergl. VII, 518,) so die Hrn. Simon, Erman und Bourguet in Berlin, wie ich mich durch eigne Ansicht und ihr ausdrückliches Zeugniß belehrt habe, (VII, 445, u. VIII, 22,) u. s. f.

Säulen, welche ich mit eigener Hand erbaute, setzte ich gleich anfangs aus lauter homologen Ketten, Z., f. L., S u. f. w., zusammen; daher kam es, daß in diesen Säulen der Zinkpol bei oxydirbaren Drähten Gas, der Silberpol Oxyd gab. VII, 177, 518.) Daß ich damahls die Nicholsonsche

Annal. d. Physik. B. 3. St. 2. J. 1801. St. 6. M

Silber + Eisen —	(A., VII, 193.)	Gold, Silber, Kupfer, Blei, Zinn, Quecksilber + Eisen —	(A., VII, 206.)
Eisen + Zink —	(A., VII, 193.)	Gold, Silber, Kupfer, Quecksilber + Blei —	(A., VII, 206.)
Silber, Wismuth + Zink —	(A., VII, 175.)	Gold, Silber, Quecksilber + Kupfer —	(A., VII, 208.)

Construction der Saule nicht mit der meinigen
verglichen, und so den wahren Grund dieser

Ich habe hier das Wasserstoffgas als ein Zeichen der negativen, das Sauerstoffgas als ein Zeichen der positiven Electricität betrachtet. Nicht nur die völlige Analogie mit dem Silber- und Zinkversuche berechtigte mich dazu, sondern auch die Betracht-

scheinbaren Anomalie wahrnahm; daran war allerdings der von Hrn v. Arnim hier mit vielem Scharf Sinne erörterte Umstand schuld, daß nicht Volta's Versuch über die Electricität einer Zink- und Silberplatte, die sich trocken berührten, sondern die beide mit einem nassen Leiter in Berührung sind, der Voltaischen Säule zum Vergleichspunkte diene, ich aber, (so wie die übrigen Physiker,) diesen letzten Versuch übersehen hatte. Da die Silberplatte in beiden Versuchen eine entgegengesetzte Electricität annimmt, so schien es bei dieser Verwechselung, als müsse der Silberpol — Esfeyn, wie Nicholson seinen Silberpol wirklich fand, daher man allgemein hierbei kein Arges hatte. Allein beides war gleichmäfsig unrichtig.

Was schliesslich noch die Gleichartigkeit der Ritterschen Kette mit der Voltaischen Säule betrifft, so kündigt auch Davy „eine Reihe von Versuchen an, woraus nicht nur erhelle, daß Asch's einfache oxydirende Kette und Volta's Säule einerlei Gesetzen unterworfen sind, sondern daß auch in der lebenden organischen Materie galvanische Wirkungen unabhängig von aller Oxydation von Metallen vorgehn, indem er den Sulzerschen Geschmack und Muskelzuckungen vermittelst Metalle unter Umständen hervorgebracht habe, wo diese augenscheinlich keiner chemischen Veränderung unterworfen seyn konnten.“ d. H.

tung, daß sich die Wärmecapacität jenes zur Wärmecapacität von diesem wie 4,749 : 21,4 *) verhält, woraus man schon, wenn beide durch entgegengesetzte Electricitäten getrennt werden, die Electricität, welcher jede sich zuwendet, errathen kann.

Jene ersten von mir angestellten Versuche lehren aber noch mehr, daß nämlich die wesentliche Construction der einfachsten Voltaischen Säule nicht aus 5, sondern aus 3 Gliedern bestehen müsse; daß unter diesen dreien auch hier 2 Klassen von Leitern wirksam sind; daß sie also schon in der Hauptsache mit der *Ritterschen Kette* übereinkomme. Aber auch in allem Uebrigen, worin sie mit einander verglichen werden können, zeigt sich diese Gleichheit. Die Oxydation des oxydirbarern Metalls in der Säule wird eben so stark befördert, wie in der Kette, (*A.*, V, 55;) davon hat sich jeder überzeugt, der nur einmahl damit experimentirte. Die GröÙe ihrer Wirkung richtet sich sogar nach der Entfernung der beiden Metalle von einander in der Oxydationsreihe. Gold wirkte, nach Haldane, am stärksten mit Zink, nächstdem Silber, (*A.*, VII, 205;) auch scheint Haldane, wenn er es auch nicht anmerkt, die Metalle in den vorhergehenden Reihen von Versuchen nach der Stärke der Wirkung geordnet zu haben, und in diesem Falle würde sie ganz mit den Oxydationsnähem Einem Verhältnisse

*) Crawford über thierische Wärme, S. 381. A.

folgen. Fanden Sie daher auch zwischen der Wirkung des Silbers und des Wismuths einen so großen Unterschied, (*A.*, VII, 175;) so war doch ein noch größerer beim Eisen, (*A.*, VII, 174,) ungeachtet dieses wegen seines Kohlenstoffgehalts in den galvanischen Ketten gewöhnlich viel bedeutender erscheint, als man nach seiner eigentlichen Oxydationsstufe erwarten sollte. Die Stufen dieser Abnahme selbst sind noch nicht bestimmt. Ich bin indessen überzeugt, dass, wenn der Leiter zweiter Art kein bloßes Wasser ist, seine Qualität großen Einfluss hat, wie sich das Ihnen auch schon bei der Anwendung der Salzsäure zeigte, (*A.*, VII, 175.) Uebereinstimmend mit den Kettenversuchen ist auch die Nothwendigkeit, keine Säule in allen ihren Theilen durch einen gemeinschaftlichen Halbleiter zu verbinden. Sie bemerkten dies und richteten deswegen in Ihrem Apparate die Pappen kleiner als die Metallplatten ein, (*A.*, VII, 161.) H. Böckmann behauptet das Gegentheil, (*A.*, VII, 262.) Ich kann indessen versichern, aus einer eben errichteten Batterie von 60 Ketten, die ich der Güte des Hrn. H. Blumenbach danke, auch nicht die kleinsten Schläge erhalten zu haben, so lange ich sie in einem Kasten liegen lies, dessen Boden nur etwas von dem Salzwasser angefeuchtet worden, hingegen sogleich, wie ich sie auf eine trockne Stelle brachte. Ich habe mich nachher dieses Kastens nie wieder, sondern immer eines einfachen Gestelles aus drei starken unten in Holz befestigten Glas-

röhren bedient. Das dreieckige Brett, welches oben die Glasröhren verband, war nach der jedesmaligen Länge der Säule zum Verschieben eingerichtet, wo dann durch aufgelegte Gewichte dieser Säule der nöthige Druck zur vollkommenen Berührung gegeben werden konnte.

Auch das war mir eine auffallende Bestätigung dieser Uebereinstimmung, daß sehr oft auch nicht die mindeste Gasentwicklung eintrat, ungeachtet die Batterie, mit feuchten Fingern berührt, starke Schläge gab, während durch ein starkes Anziehen der Golddrähte, da, wo sie mit den Messingdrähten verschlungen waren, und noch besser durch ein geringes Befeuchten ihres Berührungspunktes, die Gasentwicklung sogleich in ihrer ganzen Stärke hergestellt wurde. Dieselbe Erscheinung sieht man beim Galvanisiren täglich; auch die Kettenversuche zeigen sie. Wahrscheinlich hebt hier die Feuchtigkeit das Isoliren durch die Luftatmosphären der Körper auf. Hr. v. Humboldt und Hr. Pfaff*) sind in Rücksicht der Wirkung einiger Flüssigkeiten uneinig, deren Auftragen auf thierische Theile ihre Reizempfanglichkeit ändert: jener behauptet, sie wirken chemisch auf die thierische Faser; dieser, sie wirken nur als Leiter. Vielleicht ließen sich beide Meinungen vereinigen, wenn es sich künftig fände, daß diese Leiter zweiter Art nur in so fern Leiter

*) *Nordisches Archiv für Natur- und Arzneiwissenschaft*,
B. I, S. 17. A.

sind, als sie zersetzt, also chemisch geändert werden.

Die Uebereinstimmung zwischen der Voltaischen Batterie und den Kettenversuchen noch weiter zu verfolgen, wiederholte ich auch einige der von mir vor einem Jahre beschriebenen Kettenversuche, insbesondere da Nicholson schon einige davon bestätigt, (*Annal.*, VI, 359.) Ich nässte die Pappn mit der Auflösung des schwefelsauren Eisens, und sobald die Bogenverbindung einige Zeit gewirkt hatte, fanden sich die Speciesthaler mit schwarzem, die Zinkplatten mit gelbem Eisenoxyd überzogen. Brachte ich eine sehr gesättigte heisse Auflösung der Art an die Poldrähte, so sah ich alles darin schwebende Eisenoxyd wie eine dicke Wolke sich nach und nach dem Hydrogendrahte nähern, wovon ein Theil sich bald in ein schwarzes Oxyd verwandelte. An den Hydrogendraht legten sich auch die ersten Krytalle an, wahrscheinlich, weil das schwefelsaure Eisen, je weniger es oxydirt ist, desto leichter krytallisirt. Ihr Versuch mit einer Auflösung von schwefelsaurer Talkerde, (*A.*, VII, 176,) gab mir ein anderes Resultat, vielleicht war diese Auflösung nicht so gesättigt als die Ihre. Es hatte keine andere Wirkung als Kochsalz u. a.; es beförderte die Schnelligkeit der Wasserzersetzung und das Gas bildete sich an beiden Seiten nach dem gewohnten Verhältnisse. *)

*) Vergl. S. 169, Anm.

Eben so auffallend ist die Aehnlichkeit zwischen der Voltaischen Säule und den Kettenversuchen in Rücksicht der schlechten Leiter, wie Flamme, Knochen, glühendes Glas, *A.*, VI, 471.) Sie bedarf eben so der oxygenhaltigen Luft nach HaIdane, (*A.*, VII, 211,) zu ihrem Athmungsprozesse, wie diese, (*A.*, V, 53.)

Die eine der Voltaischen Constructionen seiner Kette, in Wassergläsern, (*A.*, VI, 345,) setzt es endlich außer allen Zweifel, *dass die Voltaische Batterie eine Verbindung von so vielen Ketten sey, als dreifache Lagen sie enthält.* Sie fällt dadurch in eine Reihe von Erfahrungen, mit deren Theorie nun auch die ihre zusammenhängt. Vielleicht lassen sich indeffen die übrigen hierdurch noch gar nicht erklärten Thatfachen, nämlich die Art ihres gemeinsamen Wirkens, durch Auffuchung *ihres Verhältnisses zu den electrischen Erscheinungen* erläutern.

Die Bestätigung des ältern Voltaischen Versuchs mit verschiedenen Metallen und feuchten Kartenblättern durch seine Batterie zeigte ich schon vorher; aber erst sein zweiter Versuch mit trocknen verschiedenen an einander gelegten Metallen findet hier seine ganze Anwendung. Die durch Oxidationen an beiden Seiten der Pappe gebildete Electricität ist nicht vertheilt, sondern kann einzeln abgeleitet werden; aber sie bildet sich gerade da, wo die Metalle, den Voltaischen Versuchen zufolge, eine gerade entgegengesetzte electrische Vertheilung hervorbringen werden, das Silber negative,

das Zink positive, so daß die Electricität durch diese Vertheilung gerade da, wo sie sich bildet, ausgetrieben wird. Wenn ich also von der Mitte der Kette ausgehe, so verstärkt jede frühere Kette die Ladung der folgenden bis zum Pole. Hier sammelt sie sich nach beiden Seiten, daher es bei schwacher Wirkksamkeit einige Zeit Ruhe bedarf, um wieder einen starken Schlag oder Funken zu bekommen, (*A.*, VII, 171;) hingegen ist bei der Verbindung durch Wasser die Wirkung eher continuirlich sich bildende Electricität, die daher auch durchaus keine Schlagweite durch die Luft hat und durch den schwächsten Nichtleiter isolirt wird. Das Geheimnißvolle in der Wirkungsart dieses Apparats scheint dadurch auf bekannte electriche Erfahrungen zurückgeführt und dadurch alle Anforderungen einer *partiellen* physikalischen Theorie genug geschehen zu soyn.

Die Verschiedenheit in Rückficht der Leiter, (*A.*, VI, 471,) welche ich schon früher in Absicht der galvanischen Versuche zu erklären suchte, (*A.*, V, 467 — 469,) hat sich seitdem, was die Voltaische Batterie betrifft, durch Herrn Pfaff's Bemühungen, (*A.*, VII, 250,) um eine, nämlich das glühende Glas, vermindert. Er sah es Voltaische Ladungen so gut und so schlecht, wie schwache electriche leiten. Den Phosphor, dessen Nichtleitung in der galvanischen Kette ich schon gegen Hr. Juch, (*Zoochemie*, I, 256,) bewiesen, fand ich auch in der Voltaischen Batterie als Nichtleiter. Auch die Lichtflamme zeigt sich als Leiter der gal-

vanischen Explosionen auf viel beträchtlichere Weiten. Man kann nämlich, und es ist dies zugleich ein unterhaltender Versuch, wenn man die Drähte schwacher Batterien in der Mitte der Lichtflamme einander nähert, die Funken überspringen sehen, die sonst auf keine Art sichtbar zu machen sind.

Auch die verschieden gefärbten Funken konnte man viel früher unter den electricischen Erfahrungen, als unter den Versuchen mit der Volta'schen Batterie, (*A.*, VII, 261.) Schon Priestley sah den rothen Funken als ein Zeichen unvollkommener Entladung an; *) Herr Heller, (*A.*, VI, 250.) bestätigte dies; und warum sollte dies nicht auch bei Volta's Batterie der Fall seyn? **) Ueberaus in-

*) *Geschichte der Electricität*, S. 406.

A.

**) Noch wichtiger scheint es zu seyn, daß der electricische Funke im feuchten luftleeren Raume blau, (*Morgan's Vorlesungen über die Electricität*, Leipzig 1798, S. 108,) hingegen je nachdem er durch Holz, (das., S. 109,) oder durch Aether, (das., S. 111,) oder durch Wasserstoffgas, (*Priestley's Geschichte der Electricität*, S. 485,) geführt wird, roth erscheint, und daß diese Färbung, wie man aus *Morgan's* Versuchen über die Veränderung dieser Farbe nach der verschiedenen Entfernung, in der man sie beobachtet, schliessen muß, eigentlich ein Farbenspectrum nur von ganz eigenthümlicher Art, zu seyn scheint. Sollte es unbedeutend seyn, daß der eine electricische Pol auf eine unbestimmbare Weite durch den Halbleiter sich erstreckt, wäh-

teressant sind aber diese Versuche in Rücksicht der electricischen und Licht-Theorie. Nicht nur die frühern, aus dem von mir in Rücksicht der gleichen Dimensionen ihrer Wirkungen geschlossenen Gegensätze zwischen dem electricischen und dem Lichtprozeß, nicht nur diese frühern daraus gefolgerten Gesetze: „Was Leiter in der electricischen Kette ist, sey Nichtleiter in der Lichtkette, und jeder Leiter in der Lichtkette sey Nichtleiter in der electricischen; nur die Oxydationen mit Lichtentwicklung seyen ohne Electricitätsbildung:“ sondern auch mehrere später gefundene haben ihn wiederum bestätigt, z. B.: daß vollkommene Lichtleiter sich nur unter den luftigen Stoffen; (nach Rumford,)* vollkommene Electricitätsleiter nur unter den festen Körpern finden; daß nur Electricitätsleiter unter den festen Körpern ohne Lichtentwicklung, und nur Lichtlei-

rend der andere an die Oberfläche gebunden ist, und daß eben so bei der Aufhebung und Umwandlung in Licht alle Verhältnisstufen des $+L$ zu $-L$ hier zwischen fallen? sollte es unbedeutend seyn, daß alle brennbare Stoffe die wärmste, die verbrannten hingegen die kälteste Farbenabtheilung vergrößern? Das entgegengesetzte Resultat erscheint, wo der Verbrennungsprozeß anfängt; die weiße Flamme des Wasserstoffgas wird durch Kohlenstoff blau, sowohl im gekohlten Wasserstoffgas wie im Weingeiste, mit salzsaurer Strontionerde verbunden hingegen im Weingeiste roth gefärbt.

*) Gren's *neues Journal*, B. II, S. 38.

A.

A.

ter unter den luftig-flüssigen Körpern mit Lichtentwicklung sich oxydiren, u. s. w. Hier sehen wir endlich sogar, daß, wo $+E$ und $-E$ nicht völlig einander aufheben, auch in ihrem Umgekehrten, im Lichtprozeß, strahlende Wärme und strahlendes Licht, $+L$ und $-L$, nicht zur Neutralität des farbenlosen Lichts gelangen. *) Allgemein muß folglich das Gesetz seyn, daß alle electriche Entgegensetzung sich nur in Lichtentwicklung aufhebt, **) oder die Körper, durch die sie wirkt, zer setzt, indem sie dieselben zur electriche oder zur Lichtentwicklung fähig macht, sie desoxydirt, und nur durch sie wirkt und von ihnen geleitet wird, weil sie dessen fähig, also oxygenhaltig sind. Daher das allgemeine Gesetz flüssiger Leiter, oder der Halbleiter, oder der Leiter zweiter Ordnung: nur oxydirte Stoffe sind Leiter zweiter Ordnung. Vielleicht könnten Sie mir hier Ritter's neueste in-

*) Ich kann diese Ansicht der Herschelschen Entdeckung, (A., VII, S. 137 — 156,) nur kurz berühren. A.

**) Herr Heller, (Ann. d. Phys., VI, 354,) sagt, es gebe einen Fall, wo sich $+E$ und $-E$ ohne Licht verbinden, nämlich wenn beide Conductoren schon vor dem Anfange des Electricirens mit einander verbunden sind. Aber hier findet der Gegensatz nicht zwischen diesen, sondern zwischen dem ersten Conductor und der electricirten Glasfläche statt, und hier ist wohl Lichterscheinung. A.

teressante Versuche, *) insbesondere über die Verwandlung des Wassers in Wasserstoffgas, entgegensetzen, doch glaube ich, daß das Gesagte mit gewissen Einschränkungen auch diesen gemäß seyn werde. Ich säume indeffen nicht, Ihnen das Resultat meiner Wiederholung dieser sowohl für Electricitätslehre wie für die gesammte Chemie sehr wichtigen Versuche mitzutheilen.

Doch vorher ist es nothwendig, das Gesagte mit dem Resultate abzuschließen: daß, nach Ritter's Beweise, seine Kette komme in allen Gesetzen mit der galvanischen überein, und nachdem ich hier gezeigt habe, die Säule stimme in Rücksicht aller Gesetze, die beide mit einander gemein haben können, mit der Kette überein, so wie die Erscheinungen an der Voltaischen Batterie in diesen wie in allem übrigen sich auf bekannte electrische Erscheinungen zurückführen lassen, durch alle spätere Erfahrungen folgendes sicherer begründet ist, worauf ich an mehrern Orten zurückkam: **) *Die galvanischen Erscheinungen, die Kettenverbindungen, die Voltaische Säule gehören zu der großen Klasse von Erscheinungen, die wir unter dem Namen der electrischen begreifen, und nur in ihrer gemeinsamen*

*) Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. II., St. 2, S. 390. A.

**) Versuch einer Theorie der electrischen Erscheinungen, S. 22; ferner Ann. der Physik, V, 51, und VI, 463 und 472. A.

Deduction wird eine Theorie als völlig geltend sich beweähren können.

2. Ueber die Wirkung der Voltaischen Säule auf Wasser und andere Flüssigkeiten.

Ich kann nicht läugnen, Herrn Ritter's Versuche scheinen mir noch nicht ganz vollendet, noch nicht ganz befriedigend. Es fehlte die genaue Analyse der erhaltenen Luft, des Wassers und der Schwefelsäure in dem Hauptversuche über die Zusammensetzung des Wassers; aber er selbst nannte auch nur das Gesagte eine vorläufige Anzeige, dessen weitere Ausführung er zu liefern versprach. Ich mußte mich daher zu eignen Versuchen anschicken. Die Analyse des Wassers vor und nach dem Versuche schien mir schon aus andern Gründen unumgänglich nothwendig, insbesondere aber seit den neuern Versuchen Paul's, *) Wasser, ohne es merklich im Geschmacke oder in andern Eigenschaften zu ändern, mit dem Doppelten seines Volums Sauerstoffgas oder Wasserstoffgas zu schwängern. Irre ich nicht, so würde, nach Herrn Ritter's Ansicht, da beide Gasarten mit dem Wasser wirklich chemisch verbunden sind, und in dieser Verbindung alles qualitativ Auszeichnende verloren haben, eine völlige Rückkehr beider zu Wasser nicht zu läugnen seyn. Das war nicht der Fall; denn immer konnte noch durch Kochen, nach dem Berichte der Untersuchungscom-

*) *Journal de Physique*, T. L, p. 191.

mißon, dem oxygenirten Wasser der Sauerstoff, dem hydrogenirten der Wasserstoff ganz hergestellt wieder entzogen werden. Eben so wenig wie beim Wasser sind wahrscheinlich bei der Schwefelsäure die ersten Stufen ihrer Desoxydation *) oder Oxydation sichtbar. Endlich erinnerte ich mich des wichtigen *Marum'schen* Versuchs **) über die Einschluckung des Sauerstoffgas vom Wasser beim Durchschlagen des electrischen Funkens. Aber wenn auch diese verschiedenen Veranlassungen des Irrthums ohne Einfluß gewesen wären; so gab die schon von den Amsterdamer Physikern ***) beobachtete unvermeidliche Mitentwicklung von Stickgas, die Entwicklung dieses Gas in den Versuchen mit Volta's Batterie, und hauptsächlich die nun völlig bewiesene Bildung der Salpetersäure und des Ammoniaks an beiden entgegenstehenden Einschnittspunkten der Kette, ****) eine so leichte, den

*) Herrn Ritter, (*Voigt's Magazin*, II, 383,) hat dies nicht gelingen wollen, aber sowohl den Engländern, (*Annalen der Physik*, VI, 370; VII, 107,) als auch mir ist ihre vollkommene Scheidung in Schwefel und Sauerstoffgas geglückt.

A.

**) Beschreibung einer großen Electrirmaschine, erste Fortsetzung, S. 40.

A.

***) Gren's *Journal der Physik*, B. II, S. 137. A.

****) *Annalen der Physik*, VII, S. 107 — 110. In der Salpetersäure ist das Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoffe wie 1 : 0,25, im Ammoniak

bisherigen und manchen problematischen Erscheinungen genügende Erklärung an die Hand, daß ich nur vorher eine genaue Wiederholung jenes Hauptversuchs mit Betrachtung aller Nebenumstände nöthig glaubte, um diese Art der Erklärung daran zu versuchen.

Meine Batterie von 70 Ketten aus Speciesthalern und Zinkplatten, die Pappen mit Kochsalz- und Salmiakauflösung getränkt, war in der besten Periode ihrer Wirksamkeit, die Schwefelsäure von 1,8 spec. Gewichte völlig wasserhell, und das Wasser destillirt. Taf. IV, Fig. 1, mag den Apparat erläutern. Beide Röhren haben in ihrer Spitze bei *a* und *b*, wo sie zugeschmolzen waren, feine Oeffnungen, so daß die darin eingeschlossenen Flüssigkeiten beim Umkehren in der Luft nicht ausfliessen; *ac* ist mit Schwefelsäure, *bd* mit Wasser gefüllt, und beide stehen in dem mit Schwefelsäure gefüllten Glase. Die Grenze zwischen der Schwefelsäure und dem Wasser konnte man am Lichte deutlich bemerken, sie hatten sich fast gar nicht vermischt. Ich steckte beide Golddrähte *c* und *d* an beide Polar-
drähte, und an beiden erschienen Luftblasen, die zwar feiner und langsamer in der Schwefelsäure, aber immer ununterbrochen während der ersten Stunde des Versuchs aufstiegen. Ich wechselte mit den Polen,

das Verhältniß des Stickstoffs zum Wasserstoffe wie 1 : 0,24; und das ist immer merkwürdig.

A.

len, und alles erfolgte eben so. Nachdem die Stärke der Batterie schon sehr abgenommen, hörte die Luftentwicklung in der Schwefelsäure einige Zeit auf, während die am andern Drahte noch schwach fort dauerte, aber jetzt entwickelte sich eine Menge von Gasblasen an der Grenze zwischen der Schwefelsäure und dem Wasser. Alles kam hier auf die Beschaffenheit der erhaltenen Gasarten an, aber ich hatte in diesem Versuche die Pole abwechselnd an *c* und *d* gelegt, sie war daher unnütz. Ueber zwanzigmal habe ich nachher diesen Versuch und immer dauernd über zwei Stunden wiederholt, aber diese letzte Erscheinung nicht so wieder gesehen. Zwar entwickelten sich immer noch Luftblasen an dieser Grenze, aber die Gasentwicklung an dem Drahte in der Schwefelsäure dauerte ununterbrochen fort. Dort, schien es, sey durch den Prozeß die Schwefelsäure aus einem Nichtleiter in einen Leiter verwandelt und mache jetzt nur eine Verlängerung der Drahtleitung aus. Schon bei diesem ersten Versuche hatte ich bemerkt, es entwickele sich verhältnißmäßig nur wenig Luft, wenn der Hydrogendraht in der Schwefelsäure war; die folgenden Versuche bestätigten dies immer. Es entwickelte sich über viermal so viel Sauerstoffgas aus dem Wasser als Wasserstoffgas aus der Schwefelsäure. Dabei zeigte sich in ihr ein nieder sinkender Streifen von hergestelltem Schwefel und der Draht bedeckte sich schwärzlich. Das Sauerstoffgas zeigte sich in der Prüfung mit Salpetergas fast ganz rein. Bei dem

entgegenstehenden Versuche, wo der Oxygenpol in Schwefelsäure, der Hydrogenpol in Wasser stand, war der umgekehrte Fall; das *H* verhielt sich zum *O* ungefähr wie 2 : 1, da es sich doch wie 2,52 : 1 verhalten sollte. (*A.*, VII, 243.) Hierbei ereignete sich immer der, wie ich glaube, merkwürdige Umstand, dass die Schwefelsäure in der Gegend des Drahts goldgelb wurde. Ich erwärmte die Röhre über einem Lichte; die Farbe verschwand in der Säure, färbte aber jetzt den darüber eingeschlossenen Luftraum röthlich. Dafs es weder schweflige Säure, noch eine anomalische Goldauflösung gewesen, ist deutlich, dagegen stimmt aber alles mit der Annahme einer gebildeten salpetrigen Säure überein, sowohl die Farbe ihrer Vermischung mit Schwefelsäure, als auch ihr Austreiben durch geringe Wärme, die rothe Farbe der Luft u. s. w. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dafs ich ebenfalls, wie Herr Böckmann, (*A.*, VII, 245,) den Geruch der salpetrigen Säure bei Versuchen mit reinem Wasser an dem *O*-Pole bemerkt, aber auch zugleich mich überzeugt habe, dafs er nicht durch eine Einwirkung auf die Atmosphäre hervorgebracht werde, da das mit der Atmosphäre in Berührung stehende Wasser nicht im mindesten diesen Geruch zeigte, während das in der Röhre mit enger Oeffnung eingeschlossene beim Hinauschütteln ihn verbreitete. Ich bedeckte nachher, um auch alle Leitung durch das Wasser zu vermeiden, die Oberfläche mit Oehl; es zeigte sich aber doch nachher jener Geruch.

Jene Verschiedenheiten in den Resultaten der sorgfältigsten Versuche von den Ritterschen ließen mich fürchten, mein Apparat könne auf irgend eine Art daran schuld seyn. Ich richtete deswegen eine ähnliche gebogene Röhre ein, wie Herr Ritter beschrieb, tröpfelte eben so langsam das Wasser auf die Schwefelsäure, und erhielt es von jeder Vermischung damit befreit. Da nur eine der beiden Seiten geschlossen werden kann, so muß jeder Versuch, wenn an beiden Seiten sich Gasarten entwickeln, wiederholt werden, und, (um nicht durch Wiederholung des Vorhergehenden Sie zu ermüden,) an beiden Seiten entwickelte sich *eben so das Gas, wie in den Versuchen mit dem vorigen Apparate*. Auch die Bildung der Salpetersäure in der Schwefelsäure beobachtete ich wieder; sie ist hier sicher eben so merkwürdig, wie im Wasser. Schon Guyton *) sah beim Zusammenschmelzen von Bleioxyd, Schwefel und kohlensaurem Kali und salzsaurem Natron eine Ammoniakbildung. Er vermuthete eine Zersetzung des Kali; aber könnte es nicht auch vom Schwefel kommen? Ich schmolz Schwefel mit Zucker zusammen und erhitzte dies; es entwickelte sich viel Gas, von dem ein Theil durch Kalkwasser absorbirt wurde, ein Theil verbrannte, aber der Rest hatte alle Zeichen eines Stickgas.

*) *Annales de Chimie*, T. XXVII, p. 319; *Scheerer's Archiv der theor. Chemie*, B. I, S. 105. A.

Ich versuchte es in dem zweiten Apparate, statt der Schwefelsäure die *rauchende Salpetersäure* anzuwenden. War der *O*-Draht in der Säure, so hatte der Versuch nichts Auszeichnendes von dem Schwefelsäure-Versuche. In umgekehrter Ordnung der Drähte entwickelte sich das entstehende Gas nur in dem Wasser an der Spitze des Drahts und mit Blasenwerfen; an der andern Seite entstand es, ohne daß seine Entstehung von irgend einer Bewegung begleitet war. Sie werden vielleicht glauben, es sey eingedrungen, aber diese Röhre war so fest mit Wachs verstopft, daß von der sich so entwickelnden Luft das Wasser der andern Seite über einen Zoll gehoben war, als der Pfropf hinausgeworfen wurde. Bei der Wiederholung dieses Versuchs mit einem festern Pfropfe fand ich, daß dieses Gas sich nicht mit Salpetergas verminderte, nicht verpuffte, auch nicht die atmosphärische Luft verminderte, und daß es folglich ein Stickgas war. Konnte ich hier, wo sich Stickgas auf der einen, Sauerstoffgas auf der andern Seite entwickelt hatte, daran zweifeln, die Salpetersäure sey zersetzt worden? und doch wirkt die Batterie, nach Cruikshank, (*A.*, VII, 108,) fast gar nicht auf die rauchende Salpetersäure. *Es üben folglich hier getrennte tropfbar-flüssige Stoffe eine ähnliche Wirkung auf einander in der Kette aus, wie Asch und Fabroni zuerst bei den Berührungs-, Ritter bei den Kettenversuchen zeigten.* Es ist ferner dadurch erwiesen, worauf die Reductionen der Metalle durch Metalle in

Auflösungen, so wie Fabroni's, meine und Hildebrandt's Versuche *) hinwiesen: *dass zwei einander nothwendig correspondirende chemische Prozesse nicht nothwendig neben einander vorgehen müssen*, oder, mit andern Worten, dass es Leiter des Materials, oder hier Oxygenleiter giebt, und dass daher die Versuche, wobei die Wassermassen, (von denen die eine nur Hydrogen, die andere nur Oxygen giebt,) durch Schwefelsäure, **) oder durch Muskelfaser oder nassen Linnenfaden nach Davy verbunden sind, (A., VII, 115,) kein bestimmtes Resultat über die Einfachheit des Wassers geben können.

Ich habe vergebens mich bemüht, durch Abwägen etwas über diese Zersetzung oder Zwischenleitung auszumachen; das geringe Gewicht der Gasarten liess mich bei jeder Methode in Ungewissheit, ob ich die abwechselnden Unterschiede nicht diesen eher als jenen zuschreiben sollte. Eine Vermuthung scheint mir indessen durch mehrere Gründe für sich zu sprechen. Wahrscheinlich wird bei dieser Zwischenleitung das Ponderable an keiner Seite verändert, und daher kommt es, dass das Wasserstoffgas nie ganz rein, wovon ich mich selbst überzeugt habe, und immer mit Sauerstoffgas vermischt ist. Eine Verschiedenheit der Gasentwicklung, die ich

*) *Ann. der Physik*, IV, 433; V, 53; und *Crell's chem. Annalen*, 1799, B. II, S. 10. A.

**) *Voigt's Magazin*, B. II, S. 314. A.

an beiden Polen bemerkte, scheint diese Vermischung beider Gasarten zu erklären; vielleicht bildet sich keine da zuerst, wo sie sich absetzt, sondern an der entgegengesetzten Seite. Wäre es daraus nicht erklärlich, daß bei der rauchenden Salpetersäure das Stickgas auf so ungewöhnliche Art sich abschied, eben weil es sich an der Seite, wo es ohne Blasenwerfen sich bildete, sich erzeugte, hingegen an der Wasserseite des Sauerstoffgas, wegen der Durchleitung, als Blasen erschien. Das aber ist keinem Zweifel unterworfen, was jener Versuch beweist, daß, nach der Nähe der Verwandtschaft, derselbe Stoff bald Leiter, bald Zwischenleiter in der Kette ist.

In Rücklicht der Leitung durch zwei Finger muß ich bemerken, daß sie ein erstaunlich unangenehmes Gefühl darin hervorbringt, insbesondere auf die geringste Verletzung. Ob sich gar kein Gas dabei an den Fingern entwickelt, wage ich nicht völlig bestimmt zu sagen. *)

Nach der sorgfältigsten Wiederholung dieser Versuche im Lichte und im Dunkeln, mit den verschiedenen Arten Schwefelsäure, mit verschiedenen abgeänderten Apparate sehe ich mich zu dem Endurtheile bestimmt, — *daß aus meinen Versuchen nichts gegen die Zusammensetzung des Wassers folge.*

*) Ueber die Leitung durch Muskelfaser bald mehr; sie verändert diese chemisch und verwandelt sie auch in einen Nichtleiter.

Hoffentlich werden diese Versuche recht bald von vielen wiederholt werden. Es muß auf jeden Fall wichtig seyn, die Ursache aufzufinden, welche Hrn. Ritter und mir so völlig verschiedene Erfolge in unsern Versuchen gab; ich selbst werde daher von ihrer Wiederholung noch nicht ablassen.

Noch eines Versuchs muß ich hier erwähnen, der, wenn auch nicht zu dem Zwecke, wozu ich ihn anstellte, doch in anderer Hinsicht beachtungswerth scheint. Der Becher und die Röhre *ha*, Taf. IV, Fig. 2, waren mit destillirtem *Wasser*, der Becher *cd* war mit *Quecksilber*, Becher und Röhre *fg* mit *Schwefelsäure* gefüllt; die Drähte *h* und *b* und *e* und *g* waren von Gold, *c* und *d*, wegen der Amalgamation, von Eisen. An *h* und *g* wurden die Polar-drähte angelegt und es entwickelte sich in *a* und *b*, in *e* und *f* Gas, wenn gleich in der Schwefelsäure nur wenig, und auch im Wasser viel weniger, als wenn ich die andere Polarkette bei *k* anlegte. Es folgt hieraus, *dass, wenn auch tropfbare Flüssigkeiten nur in so fern leiten, als sie zersetzt werden, doch in diesem Zersetzen zugleich das Aufheben des electrischen Gegensatzes, also Schwächung der übrigen electrischen Wirkung liegt.* Es folgt ferner, daß zwar Wasser- und Sauerstoffgas in dem oben angegebenen Sinne der Aufhebung negativer und positiver Electrification ohne Lichtentwicklung seyn können, aber nicht, wie Gren, (*Journal der Physik* B. II, S. 138 — 140,) meinte, ein Produkt der Verbindung seiner beiden electrischen Materien mit

dem Ponderabeln des Wassers, da hier, wo doch keine Vertheilung im gewöhnlichen Sinne des Worts statt findet, beide *E*, ohne sich aufzuheben, in der mittlern vollkommenen Leitung *b* bis *e* existiren mußten.

3. Bestätigung der vorigen Theorie. *)

Neue Versuche, die ich zur Prüfung der Ihnen hier mitgetheilten Theorie aufstellte, scheinen sie völlig zu bestätigen. Nur einige davon als Beispiel.

Immer war es noch nicht allgemein genug darge-
 than, ob die *Oxydation als Oxydation*, oder nur
 in so fern sie ein anderes Verhältniß abändert, oder
 durch ein anderes Verhältniß bestimmt wird, electri-
 sche Entgegensetzung hervorbringt. Zwar habe ich
 mehrere bedeutende Versuche als Beweis dafür ge-
 geben, (*A.*, V, 34 f.;) aber welcher Erfahrung
 ließe sich nicht, abgesehen betrachtet, eine andere
 Deutung geben? Nur indem ein Gesetz für alle
 gilt, in allen sich bestätigt, erscheint der Wech-
 selbeweis seiner Richtigkeit und der Richtigkeit
 unsrer Auslegung der einzelnen Erfahrung. — Die
 stark verkalkten Zinkplatten einer lange stehen-
 den Säule wurden statt der Silberstücke mit
 frisch geöhlten Zinkstücken zusammengelegt. Ich
 versuchte die empfindlichsten Sinnenelectroskope,
 Auge, Nase und Mund, aber keine Spur der be-
 kannten Wirkungen; nicht der kleinste Lichtschein;

*) Aus einem spätern Briefe des Verfassers hinzu-
 gesagt. d. H.

doch fand ich nachher die neuen Platten oxydirt. Also wiederum *nicht* die Oxydation und verschiedene Oxydirbarkeit, sondern nur die Aenderung eines andern Verhältnisses, durch welches beide getrennte Körper eine gewisse Beziehung zu einander erhalten, ist das Wirksame der Oxydation. — Wichtiger war es noch in dieser Hinsicht, zu bestimmen, ob zwischen den Platten der verschiedenen Metalle ein Oxydationsprozeß nothwendig sey. Dafs er bei der Gegenwart von Feuchtigkeit geschieht, sogar sehr beschleunigt erfolgt, ist nicht zu läugnen. Konnte Feuchtigkeit zwischen die Metallplatten dringen, so findet man immer beim Auseinandernehmen, dafs die Pappe am leichtesten von der Silberplatte, schwerer die Silberplatte von der Zinkplatte, am schwersten die Zinkplatten von der Pappe zu trennen sind. Aber diese Oxydation ist nicht Bedingung. Ich konnte die Platten genau mit Wachs in ihrer Verbindung verkleben; dieses hinderte nichts. Ich bin überzeugt, dafs man die verschiedenen Metalle selbst in ihrer Berührung zusammenschmelzen könnte, doch ohne Versuche darüber angestellt zu haben, wozu vielleicht Zink und die Göttingische Mischung besonders bequem wären. *) Betrachte ich diesen Versuch genauer, so erscheint in ihm unter veränderter Gestalt das früher mitgetheilte Gesetz der Halbleiter: dafs zwar durch die electrische Entgegensetzung der Oxyda-

*) Vergl. *Annalen*, VI, 345; VII, 100; VIII, 134.

tionsprozeß befördert, aber nur in so fern befördert wird, als sie sich aufhebt. Ich habe sogar gefunden, daß diese Oxydation zwischen den verschiedenen Metallplatten der Wirkung überhaupt sehr nachtheilig ist; daß ich durch bloßes Abtrocknen die Wirkung verdoppeln und Batterieen, indem ich sie bloß in dieser Berührung vom Oxyd befreiete, ihre volle Wirkksamkeit wiedergeben konnte. So gar das Umkehren ihrer Aeußerungen, (S. 172,) wird wahrscheinlich durch diese zweckwidrigen Oxydationen veranlaßt.

Außer diesen war es eine nothwendige Folge aus der gegebenen Theorie, eben weil das Ausströmen der Electricität, oder vielmehr, (um nicht durch einen allgemeinen, wenn gleich unrichtigen Sprachgebrauch meine Vorstellung zu entstellen,) weil diese Vertheilung wirklich Vertheilung ist, daß jeder Pol seine Wirkung nur in Verhältniß zu *seiner* entgegengesetzten ausüben kann, hingegen für jeden andern Pol im gegenseitigen Indifferenzzustande sich befindet. Ich erbaute zwei Säulen, jede von 40 Lagen, verband jede zwei Pole nach allen einzelnen Combinationen, aber keine Wirkung erfolgte, bis beide Pole einer Batterie in der Kette sich befanden. Auch war hier jeder $+E$ nur seinem $-E$ ein $+E$. Denn wenn ich zwei Pole der einen, und einen Pol der andern Säule in einem gemeinschaftlichen Wasser vereinigte, so zeigte sich die Wasserzersetzung nur an den beiden zusammengehörigen Polen. Auch Schläge erhielt ich nicht, indem ich den einzelnen mit jener ver-

band. Eben so kann keine isolirte Electrisirmaschine ihre electriche Wirkung zeigen, (schwach wohl, wegen der Unvollkommenheit alles Isolirens.) In beiden erscheint nicht die aufgehobene, sondern die aufgehaltene Wirkung; nicht die aufgehobene, sondern die unterbrochene Kette durch den Antagonismus ihrer Glieder; das unerklärlich Bestimmende der Zeit scheint bei allen hindurch.

Noch ein Versuch beweist eine völlige Uebereinstimmung. Wenn man mit zwei Fingerpaaren gleich angefeuchtet die Kette zugleich verbindet, so erhält man den Schlag doch nur durch das eine Paar. Ob sich hier der Unterschied zwischen der rechten und linken Seite zeigt, zwischen den verschiedenen Theilen des lebenden Körpers, besonders in Rücksicht der Vertheilung und des Verhältnisses der Sinnesorgane, hoffe ich künftig genauer untersuchen zu können. Die continuirliche Wirkung der Kette dauert im Gegentheile ununterbrochen durch beide fort. So zeigt sich auch die Gasentwicklung doppelt und mehrfach, je nachdem zwei oder mehr Drähte beide Gläser, in welche die Polardrähte hängen, verbinden. Man kann sie sogar gleichzeitig durch mehrere verschiedene Reihen Gläser treiben. (Ganz übereinstimmend damit ist es, wenn mehrere Spitzen, zugleich einem Conductor genähert, leuchten, hingegen bei der gehörigen Stärke nur Ein Draht die electriche Schläge leitet.) Dafs aber auch hier die Berührung der Leiter erster Art kräftiger wirkt, als ihr Einflufs auf einander durch einen Leiter zweiter Art, zeigt sich,

wenn man einen der beiden Drähte, welche beide Gläser verbinden, an den einen Polardraht anlegt. Sogleich giebt der andere Leiter kein Gas, und die Gasentwicklung in dem Glase, wo die Berührung geschieht, hört völlig auf. Durch diesen Versuch wird ein Hauptsatz der Theorie bewiesen: „die „Vertheilung zwischen den verschiedenen berührenden Metallen hebt die Mittheilung durch die „Oxydation an der nassen Pappe auf.“

Deutlich wird es hier, warum keine den galvanischen völlig analoge electrische Erscheinung anders, als durch Entladungen hervorgebracht werden kann. Ich will die verschiedenen Versuche, die schon früh bei Gelegenheit meiner Kettenversuche, (A., V, 52,) mich beschäftigten, nicht wiederholen; alles Einströmen durch verschiedene Drähte aus dem negativen und positiven Conductor, aus der äußern Seite zweier Flächen während des verschiedenen Ladens, war vergebens. Der Gegensatz hebt sich hier im Lichtprozeß in der Luft auf, und diese wird wirklich verändert, und Berührung kann nicht anders als durch Aufhebung aller Entgegensetzung hergestellt werden. Die Uebereinstimmung der Wirkung solcher electrischen Entladungen mit der Wirkung der Voltaischen Säule auf die meisten oxydirten Stoffe bedarf keiner Zusammenstellung, sie dringt sich auf. Die Wirkung auf *vegetabilische* und *animalische Stoffe* verdient sicher eine eben so sorgfältige Vergleichung.

(Diese in den folg. Briefen im nächsten Hefte.)

III.

*Ueber die electroskopischen Phänomene
der Voltaischen Säule,*

vom

Professor ERMAN

in Berlin.

Bekanntlich hat man bei der Voltaischen Säule gleich anfangs einige Spuren von Anziehen und Abstoßen bemerkt, durch welche sich die Electricität der Säule der Art nach bestimmen läßt. Diese Spuren waren aber an und für sich so schwach und unbestimmt, daß viele Beobachter sie gar nicht auffinden konnten, und daß man dabei zu Duplicatoren, oder wenigstens zu Condensatoren seine Zuflucht nehmen mußte. Auf diese Art wurde aber der Ladungs- und Entladungs-Mechanismus der Säule nicht durch directe Versuche bestimmt, und es fehlte an einem genügenden Mittel, die Grade ihrer Action nur einigermaßen zu prüfen, ohne welches die Gesetze des Phänomens schwerlich aufzufinden sind. Diesen Mangel habe ich so oft und so drückend empfunden, daß ich mich sorgfältig bemühte, die Anziehung und Abstoßung durch Galvanismus auf eine einfache und bestimmte Art darzustellen; und auf folgendem Wege ist es mir gelungen, hierin auf etwas Befriedigendes zu kommen.

Mein Apparat bestand anfänglich aus einem Henryschen allgemeinen Auslader, zwischen dessen iso-

lirten Drähten, deren Kugeln abgeschraubt waren, eine Electrometerkugel sehr frei an einem Faden hing. Jeder der beiden Drähte des allgemeinen Ausjaders konnte mit einem der Drähte der Batterie in Verbindung gesetzt, und, vermöge der Construction des Instrumentes, nach Belieben so gedreht werden, daß die Electrometerkugel bald diesem, bald jenem Drahte ausschliesslich gegen über hing, bald sich in der Mitte zwischen beiden befand. Die ganze Vorrichtung war so gut wie möglich durch Glastafeln gegen die Störung, welche von den zufälligen Bewegungen der Luft herrührt, geschützt.

Die Säule, die ich in der ganzen Reihe von Versuchen angewendet habe, war von 200 Plattenpaaren, und zwar nach der Folge: Silber, Zink, Tuch, geschichtet, wo sich in der Realität der *Zinkpol unten* befindet, [und der *Silberpol oben*, ob man zwar, nach dem von Nicholson eingeführten Sprachgebrauche, in diesem Falle den untersten Pol den Silberpol nennt. Aber ganz irrig: denn da die Wirkung an der Stelle statt findet, wo die heterogenen Metalle durch einen Leiter der zweiten Art getrennt werden; so ist es evident, daß die unterste Silberplatte und die oberste Zinkplatte in der nach Nicholson geschichteten Säule ganz unwirksam sind, und sich eben so leidend verhalten, wie jedes andere Metallstück, das man unter oder über der Säule anbringt. *)

*) Vergl. S. 166.

Um bestimmte Resultate zu erhalten, muß die Säule isolirt seyn. Es wird in der Folge erhellen, wie wichtig diese Bedingung ist. Man erhält sie hinlänglich, wenn man die Säule auf eine etwas grofse und massive, sehr sorgfältig getrocknete Glasplatte stellt.

Hängt nun die Electrometerkugel an einem leitenden Faden vor einem der Drähte der Batterie, es sey der *negative*, (Zinkpol, hier der *untere*,) oder der *positive*, (Silberpol, der *obere*,) *) so wird sie angezogen, aber nur in einer geringen Entfernung von höchstens 2 Linien, wenn der entgegengesetzte Pol während der Zeit nicht ableitend berührt wird, oder nicht vorher eben berührt worden ist. Um den Versuch rein anzustellen, muß man jedes Mal vor der Beobachtung beide Pole der Säule mit einem guten Leiter gemeinschaftlich berühren, und dann den verbindenden Leiter mit fester Hand so abheben, daß die Berührung in beiden Polen genau zugleich aufhört. Dann befinden sich beide Pole in ihrem natürlichen Zustande, und die Anziehung stellt sich allmählig ein; beim Negativen sowohl als beim Positiven. Nur ist sie beim erstern etwas schwächer, und wirkt nur in einer merklich kleinern Entfernung.

Bringt man aber, während die Kugel einem der Drähte gegen über hängt, eine Ableitung an den entgegengesetzten Pol an, so flieht die Kugel gegen

*) Vergl. S. 168.

den Draht mit einer viel größern Acceleration, und aus einer viel beträchtlichern Entfernung, wovon das Maximum 4 bis 5 Linien beträgt.

Hängt die Kugel *zwischen beiden Drähten*, so flieht sie allemahl gegen den Draht, dessen entgegengesetzter Pol ableitend berührt wird oder vorher berührt worden ist. Hat man aber die oben erwähnte Vorficht gebraucht, durch gleichzeitiges Berühren und Abziehen die Pole vollkommen in ihren natürlichen Zustand zu versetzen, so hängt dann die Kugel beinahe indifferent zwischen beiden sie beiderseits anziehenden Drähten, begiebt sich aber zuletzt an den positiven Draht, vermöge des Ueberschusses seiner Ziehkraft über die des negativen Drahtes.

Da in diesen Versuchen die Electrometerkugel an einem leitenden Faden hing, so blieb sie mit dem Drahte, der sie angezogen hatte, so lange in Berührung, bis man diesen durch Ableitung oder Schließung der Kette entlud. Hing dagegen die Kugel *an einem gut isolirenden Faden*, so wurde sie von dem Drahte, der sie anzog, gleich nach der Berührung wieder abgestoßen, floh von ihm gegen einen dargebotenen guten Leiter, und bewegte sich so wechselseitig zwischen beiden hin und her, ganz den Gesetzen der Electricität gemäß. Eben so analog waren die Erscheinungen, wenn eine isolirte Kugel zwischen die beiden Drähte gebracht wurde, indem sie sich in ihrem wechselseitigen Ab- und Zufliehen gerade so verhielt, als wenn man sie der

Hin-

Einwirkung der beiden belegten Flächen einer geladenen Flasche aussetzt.

Aus diesen Erfahrungen läßt sich leicht übersehen, was für Anomalien in den Resultaten stattfinden müssen, wenn die Batterie bei diesen Versuchen nicht hinreichend isolirt ist. Es verhält sich dann nämlich alles gerade so, als wenn an den untersten Pol, auf welchem die Batterie steht, eine immerwährende Ableitung angebracht wäre. Daher zieht dann dieser untere Pol gar nicht, dagegen der entgegengesetzte Pol viel stärker an, als er es thun würde, wenn alles isolirt wäre. Da man nun bisher allgemein Nicholson's Construction der Säule beibehalten hat, wo der negative oder Zinkpol unten steht, so sieht man bestimmt ein, warum einige Beobachter gefunden haben, daß der negative Pol gar keine Anziehung äußert. *) Als ich anfang, mich mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, war ich in dem nämlichen, für die Theorie äußerst wichtigen Irrthume, und zwar aus der hier angegebenen Ursache. Man brauchte nur bei der isolirten Batterie den trocknen und überfirnißten hölzernen Fuß des Gestelles in irgend einem Punkte zu berühren, um die eben erwähnten Anomalien in den Erscheinungen hervorzubringen.

Der vorher beschriebene Apparat hat unter andern den interessanten Vorthail, daß man den elektroskopischen Körper der Einwirkung beider Pole

*) Man sehe unter andern *Annal.*, VII, §15. d. H. *Annal. d. Physik.* B. 8. St. 2. J. 1801. St. 6. O

zugleich aussetzen kann; übrigens ist er doch beim Gebrauche etwas unbequem, wegen des so schwer zu verhindernden Schwankens des Fadens durch die zufälligen Undulationen der Luft bei Bewegungen im Zimmer, oder die Veränderungen der Temperatur. Ich fand es daher bequemer, in allen den Fällen, wo nicht beide Pole zugleich auf die Electrometerkugel wirken sollten, mich eines gewöhnlichen Electrometers zu bedienen, und erhielt so auf einem leichtern Wege ganz bestimmte Resultate, die mit denen der vorigen Methode vollkommen harmonirten.

Ein größeres *Sauffürisches Electrometer*, mit Fäden von $3\frac{1}{2}$ Zoll Länge, die dem metallenen Boden nahe hängen, leistete mir viel bessere Dienste, als einige andere viel kleinere, mit denen ich es verglich, deren Fäden aber wegen ihrer Kürze bei sehr schwachen Graden gar nicht divergiren wollten. Ich fand den Unterschied dieser Werkzeuge so auffallend, daß, da bei einer Säule aus 200 Plattenpaaren die kleinen Electrometer kaum merklich divergirten, das große eine Divergenz von 3 bis 4 Linien gab, und daß dieses durch eine Säule von 50 Paaren sehr merklich afficirt wurde, welche auf die kleinen gar keine Spur von Divergenz äußerte. In folgenden Versuchen wurde bloß das große Sauffürische Electrometer angewendet.

Das Electrometer wurde mit dem *positiven Drahte* der isolirten Batterie von 200 Plattenpaaren in Verbindung gebracht, und beide Pole derselben,

wie oben erwähnt worden, durch gleichzeitig abgehobne Ableitung in ihren natürlichen Zustand versetzt. Es trat sehr bald eine Divergenz des Electrometers ein, ohne daß der entgegengesetzte Pol ableitend berührt wurde. Das Maximum dieser Divergenz war $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien, und so erhielt sich das Electrometer, so lange man es auch stehen ließ. Berührte man aber während der Zeit den negativen Pol, so nahm die Divergenz augenblicklich zu, so daß sie 4 bis 5 Linien betrug. Läßt man den negativen Pol in Verbindung mit dem Boden, so erhält sich die Divergenz des Electrometers durchaus unverrückt in dem nämlichen Grade, wenn dieses auch mehrere Stunden und Tage währen sollte. Dieser Umstand ist sehr wichtig. Er zeigt unwidersprechlich, *daß kein electrisches Fluidum in der Säule erzeugt wird*; sonst müßte bei der Isolirung eine Anhäufung desselben nothwendig statt finden, und das Electrometer müßte mehr divergiren, als es im ersten Augenblicke that. Nun aber findet dieses durchaus in keinem Falle statt; die Divergenz hat ihr bestimmtes Maximum für jede Combination, und überschreitet es nie.

Bringt man die Ableitung an den positiven Pol, während er mit dem Electrometer in Verbindung ist, und sie zugleich der negative mit dem Boden in Berührung gesetzt worden, so fallen zwar die Kugeln merklich zusammen, aber doch nie ganz, wenn nicht der Körper, womit man das Electrometer berührt, ein vollkommen guter Leiter ist.

Die trockne Hand z. B. entladet es nicht, thut dieses aber, wenn man sie angefeuchtet hat. Auch stellt sich dann die ganze vorherige Divergenz augenblicklich wieder her, sobald man den positiven Draht wieder sich selbst überläßt. Ist aber der negative isolirt, so benimmt die geringste Berührung des positiven dem Electrometer alle Divergenz, und nach Freilassung des positiven stellte sie sich nur sehr langsam wieder ein.

Dies sind die electroskopischen Phänomene, die auf den Ladungsmechanismus Bezug haben, und ihn sehr aufklären. Die folgenden beziehen sich auf die *Entladung* und die *Bildung des Kreises*. Schließt man die Kette von Pol zu Pol, während einer der beiden Drähte der Batterie das Electrometer divergirend erhält, so fällt dieses augenblicklich zusammen, falls der Leiter vollkommen ist, d. h., wenn er aus nicht unterbrochnem und an der Oberfläche nicht oxydirtem Metalle besteht. Während die Kette so geschlossen ist, mag man den einen Pol berühren so viel man will, das mit dem entgegengesetzten Pole in Berührung stehende Electrometer wird davon nicht im mindesten afficirt. Ist der metallische Leiter, der die Verbindung macht, an einigen auch noch so kleinen Stellen oxydirt, so hängt das Divergiren oder Zusammenfallen des Electrometers vom Zufalle ab, ob nämlich der den Pol berührende Punkt oxydirt oder regulinisch ist. Auffallend sind die, so zu sagen, convulsivischen Bewegungen des Electrometers, wenn man mit einem

solchen Leiter die Verbindung gemacht hat, und nun damit sanft an dem einen Pole hin und her streicht. In einem Nu geht das Electrometer von Null-Divergenz durch das Maximum wider zu Null; gerade die vibrirende Affection, die der Nerve unter gleichen Umständen erleidet. Ich habe mich überzeugt, daß die Wirkung des Reibens und Schüttelns der Leiter bloß hierauf Bezug hat, und daß das Reiben an und für sich bei vollkommen regulirischen Oberflächen von gar keiner Wirkung auf das Electrometer ist.

Wenn aber der Kreis durch unterbrochne Metalldrähte geschlossen wurde, die sich in einer Glasröhre voll Wasser endigten, so kam es auf folgenden Umstand an, ob das Electrometer, welches während der Schließung der Kette mit einem der Pole der Säule in Verbindung ist, noch divergirt oder nicht. Beträgt nämlich die Entfernung der beiden Drähte in der Röhre nur einige Linien, oder höchstens etwa 6 Zoll, so gab bei geschlossener Kette das Electrometer keine Spur von Divergenz; nur einige durch Hülfe des Condensators. Betrug aber die Entfernung der Drähte in der Röhre etwa 16 bis 18 Zoll, so stellte sich die Divergenz sehr merklich ein, und war, wenn die gasgebenden Drahtseiten 5 Fuß von einander abstanden, beinahe so stark, als wenn die Kette gar nicht geschlossen wäre. Endlich divergirt das Electrometer vollkommen so, als wenn beide Pole gar nicht durch Schließung der Kette verbunden wären, wenn die Entfernung der

Drähte im Gasapparate viel über 5 Fufs, z. B. 10 Fufs und darüber, beträgt. Diesen Versuch habe ich mehrere Mal folgendermaßen angestellt. Zwei Glasröhren, jede von etwas mehr als 5 Fufs Länge, wurden am untersten Ende mit Korkstöpfeln versehen, durch welche Platinadrähte gingen. Die Verbindung der obern Enden geschah durch einen Platinadragt, der in die Flüssigkeit der beiden Röhren reichte, und bei der Schließung der Kette durch die untern Drähte entwickelten diese Gas. Auch änderte ich den Versuch dahin ab, daß ich die beiden Röhren, statt durch den obern Draht, durch eine kleine mit Wasser angefüllte Heberöhre verband, so daß ich nun eine ununterbrochene Wasserfäule von mehr als 18 Fufs erhielt, an deren äußersten Enden die Drähte sich befanden, und bei Schließung der Kette ihr Gas gaben. Ich gestehe es offenherzig, unter solchen Umständen das Phänomen geradezu und apodiktisch auf eine gewöhnliche Wasserzersetzung reduciren zu müssen, scheint mir doch ein harter Stand.

Je geringer die Leitungsfähigkeit einer Substanz ist, mittelst welcher die Kette geschlossen wird, um desto größer bleibt dabei die Divergenz des Electrometers, das mit dem einen Pole der Säule in Berührung ist. So fährt z. B. das Electrometer fort, sehr stark zu divergiren, wenn in eine Röhre zur Gasentwicklung *Alkohol* gefüllt worden ist; am ausgezeichnetsten aber ist die Repulsivkraft, mit welcher das *Oehl* die Expansion des electrifchen

Fluidums hemmt. In einen Gasapparat wurde Baumöhl gefüllt, und man brachte die Metalldrähte darin einander so nahe, daß man den Abstand der feinen Spitzen beinahe mehr muthmaßen als wahrnehmen konnte. Als diese Röhre mit einer sehr thätigen Säule von 200 Plattenpaaren in Verbindung gebracht wurde, zeigte das Electrometer durch das Maximum seiner Divergenz, welches es augenblicklich annahm und beständig beibehielt, daß die Pole nicht die mindeste wechselseitige Einwirkung auf einander hatten. Welcher Abstand zwischen Wasser, wo die Wirkung durch eine Säule von 18 Fuß hindurch geschieht, und Oehl, wo sie durch eine Lamelle von $\frac{1}{16}$ Linie gehemmt wird!

Ich habe an einigen Substanzen eine unerwartete Eigenschaft bemerkt; sie leiten nämlich und leiten auch nicht, das heist: wenn man sie zwischen den Polen der Säule anbringt, so theilt sich ein solcher Körper der Länge nach in 2 Theile, wovon der eine die Electricität des Pols hat, den er berührt, und der andere die des entgegengesetzten Pols, mit welchem er in Verbindung ist. Eine *gut angefeuchtete hanfene Schnur*, z. B., sey zwischen den Polen einer Säule ausgespannt. Der eine Pol dieser Batterie sey ausserdem mit dem Electrometer verbunden. Nun bringe man durch Application und gleichzeitige Abhebung des Leiters die beiden Pole in ihren natürlichen Zustand. Das Electrometer wird bald das Maximum für diesen Fall, wo der entgegengesetzte Pol nicht ableitend berührt wor-

den, erreichen. Wir wollen annehmen, das Electrometer sey mit dem positiven Pole der Säule in Verbindung. Nun berühre man den Theil der Schnur, der dem negativen Pole zunächst ist; die Divergenz wird sehr zunehmen, und ihr völliges Maximum für den Fall, wo man den negativen Pol unmittelbar berührt hat, erreichen. Jetzt berühre man den Theil der Schnur, der dem positiven Pole näher ist, so fällt das Electrometer zusammen, als hätte man den positiven Pol selbst berührt. Je nachdem man die Schnur am obern oder untern Ende berührt, ladet sie oder entladet sie das Electrometer. Die Schnur hat also, so zu sagen, zwei Pole und einen Indifferenzpunkt; denn es giebt in der Länge der Schnur einen Punkt, den man berühren kann, ohne daß die Divergenz dadurch vermehrt oder vermindert würde. Nimmt man die Schnur kürzer oder länger, so findet immer das nämliche Phänomen statt: nur verändern sich die Verhältnisse der polarisirenden Theile unter sich. Ich fand zuerst diese merkwürdige Eigenschaft eines Leiters, der bei Electrification durch *Mittheilung*, zugleich die Phänomene der Electrification durch *Vertheilung* zeigt, an einem Stücke *salpetersauren Silbers*, (Hölensteins,) welches ich in einer ganz andern Rücksicht untersuchte. Es lag auf dem einen Pole der Säule, und als ich es mit dem Drahte vom entgegengesetzten Pole an seinem obern Theile berührte, fiel das Electrometer zusammen, das mit diesem entgegengesetzten Pole verbunden war; berührte

ich aber das salpeterfaure Silber an seinem untern Theile, so divergirten die Kugeln sehr stark. Der obere Theil dieses Körpers hatte also die Eigenschaften des positiven Pols, und der untere die des negativen. Vielleicht liesse sich hiervon eine Anwendung auf den Zustand der Tuchscheiben zwischen jedem Paare der Metallplatten machen; sie leiten die Wirkung des ganzen Stroms beim Schliessen der Kette, und hemmen doch von der andern Seite die electriche Wirkung so, dass die Batterie zwei besondere Pole haben kann, ob sie gleich aus lauter Leitern besteht. Allem Vermuthen nach ist die Tuchscheibe in zwei Schichten getheilt, wovon die dem Silber angrenzende positiv, die den Zink berührende negativ ist, gerade wie bei der hanfenen Schnur.

(Die Fortsetzung folgt.) *)

*) Ich glaube zur Vergleichung hier vorläufig eine kurze Notiz von ähnlichen *electrometrischen Versuchen über Volta's Säule* einschalten zu müssen, welche Herr Ritter in den *Annalen*, VII, 379, andeutete, und die er in der interessanten Fortsetzung seiner Briefe an mich über den *Galvanismus der Voltaischen Batterie* umständlicher beschreibt, da diese Fortsetzung, so reich sie auch an Aufklärungen über die *electriche und chemische Polarität der Voltaischen Säule* ist, doch wegen Reichthums an Materialien für die *Annalen* erst in Heft 7 oder 8 erscheinen kann. Herr Ritter bediente sich anfangs desselben Mit-

tels, durch welches auch Herr Professor Pfaff Funken und Spuren von Anziehung an der Voltaischen Säule wahrnahm, (*Annalen*, VII, 249.) Er brachte an den Draht von der Silber- oder von der Zinkseite einen schmalen Streifen Blattgold an, und näherte den Draht vom andern Ende der Säule, mittelst eines isolirenden Handgriffs, der untern Spitze des Streifens; und zwar bediente er sich hierbei gewöhnlich einer Luftpumpen-Glocke, die mit zwei Lederbüchsen, einer oben, der andern zur Seite versehen war. Vom Ende des obern Messingstempels, (A,) hing ein etliche Zoll langer und 1 Linie breiter Streifen Blattgold herab, und wurde so gestellt, daß das stumpfe Ende des horizontalen Messingstempels, (B,) der untern Spitze des Goldstreifens, (α ,) in der Entfernung von etlichen Linien gegenüber stand. Wurde nun z. B. der positive Polardraht, (a,) einer Säule aus 50 bis 100 Lagen, mit dem obern, der negative Polardraht, (b) mit dem horizontalen Messingstempel in Verbindung gesetzt, so hing der Goldstreifen schon in einer Entfernung von mehreren Linien an, sich nach dem horizontalen Messingstabe hinzubeugen, und es bedurfte dann nur noch einer kleinen Näherung dieses letztern, um ein gänzlich Ueberspringen und Anschlagen zu bewirken, worauf der Stempel B sich einige Zoll weit zurückziehn liefs, ehe der Goldblatt-Streifen sich wieder davon trennte und zurückfiel. Die Erscheinung war nicht nur um so lebhafter, je vollkommner die Polardrähte und die ganze Batterie isolirt wurden, sondern die Intensität und Extensität der Wirkung nahmen auch im luftverdünnten Raume ausnehmend zu; und als die

Luft unter der Glocke durch Auspumpen bis auf etwa das 400fache verdünnt war, stieg die Weite der Anziehung auf das 2- bis 3fache als in der atmosphärischen Luft. — Wurde bloß einer der Polardrähte der Säule mit einem Stempel verbunden; so war die Weite der Anziehung nur halb so groß, als wenn beide Polardrähte ins Spiel kamen, und zwar wirkte auch hier der untere oder negative Pol etwas schwächer, un-
 streitig aus den vom Prof. Erman angegebenen Gründen. Die Stempel waren beide durch das Glas isolirt; war nur der eine, z. B. A, mit einem Polardrahte, z. B. mit α , verbunden, der andere, B, nicht, so blieb das Goldblättchen α nach dem Anschlagen nicht mit dem zweiten Messingstempel B in Berührung, sondern wurde sogleich wieder von ihm zurückgestoßen, sprang dann nach $\frac{1}{2}$ bis 1 Sekunde wieder an den Stempel, um wieder zurückgestoßen zu werden, u. s. w., bis er endlich fortdauernd im Zustande der Abstoßung in ruhiger Entfernung von diesem Stempel erhalten wurde. Durch Verbindung mit dem positiven Polardrahte a wurden A und α selbst, durch *Mittheilung*, positiv electrisch, der Messingstab B aber, der sich im Wirkungskreise von α befand, an dem Ende zunächst bei α , durch *Vertheilung*, negativ electrisch, weshalb beide sich näherten und das Goldblättchen α mit beschleunigter Geschwindigkeit nach B hinfuhr. Sobald sich beide berührten, trat *Mittheilung* von $+$ E an den Stempel B, nach Maassgabe seiner Capacität, ein, und nun stießen α und B als gleichnamig electrifirt sich ab. (Von den Funken bei dieser Mittheilung siehe S. 149.) Darauf lud sich α wieder, und das

Spiel begann von neuem, bis endlich B durch wiederholte Mittheilung + E in eben der Intensität angelammelt hatte, wie sie α erhielt, da beide denn fortdauernd im Abstoßen blieben. So beweist also dieser Erfolg *Vertheilung* und *Mittheilung* in der galvanischen Electricität eben so, und nach demselben Gesetze, als bei der Electricität durch Reibung. — Dieses bestätigt noch mehr folgender Versuch. Ist der Stempel B mit dem negativen Polardrahte b in Verbindung, und dem Goldblättchen so nahe, daß dieses sich nach B hinbaugt; der positive Polardraht a aber abgehängt: so hat der untere Theil des Goldblättchens α durch Vertheilung + E. Nähert man nun dem Messingstabe A den positiven Polardraht a mittelst eines isolirenden Handgriffs bis auf eine Linie; so erhält der oberste Theil des Stempels A durch Vertheilung — E, dagegen der unterste Theil desselben, d. h. das Goldblättchen, noch mehr + E, daher es sich dem Stempel B noch mehr wie zuvor nähern muß. Dies ist in der That auch der Erfolg, wenn a dem Stempel A so genähert wird, daß noch keine Mittheilung der Electricität statt finden kann. — Alle diese Versuche, welche eine Electrification durch Vertheilung beweisen, gelangen eben so gut, wenn Herr Ritter statt des Goldblättchens kurze hinlänglich bewegliche Fäden *Seide*, *Linnengarn* oder *Siegellack* nahm; woraus folgt: „daß, wenn die (schnelle, fast momentane,) galvanische Mittheilung auch schon auf die sogenannten Leiter des Galvanismus beschränkt ist, die *Vertheilung* doch bei beiden, den Leitern, wie den Isolatoren des Galvanismus, auf gleiche Weise möglich ist.“

Die folgenden Versuche, welche die Art der Electricität der beiden Polardrähte bestimmten, stellte Herr Ritter mit einer Zink-Kupfer-Batterie von 84 Lagen an, wo der Kupferpol völlig mit dem Silberpole der Zink-Silber-Säulen harmonirt. Der Draht vom Kupferpole α wurde mit dem Messingstempel A verbunden, und der unverbundene Stempel B dem Goldblättchen α so weit genähert, daß dieses sich nach demselben hinbog. Darauf brachte Herr Ritter eine schwach geriebne Siegellackstange $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß vom äußern Ende des Stempels B, und näherte und entfernte sie diesem um etwa 3 bis 4 Zoll, (wobei man eine solche Entfernung der Siegellackstange zu treffen suchen mußte, daß die Electricität, welche sie durch Vertheilung in B erregt, ungefähr von gleicher Intensität mit der in α vorhandenen wird.) Bei jeder Annäherung entfernte sich α merklich von B, und kam bei dem Entfernen wieder in seine vorige Nähe zurück. Da hier die Siegellackstange den Stempel B durch Vertheilung electrifirte, erhielt das äußere Ende des Stempels $+E$, das innere $-E$; und da α sich dann davon entfernte, so mußte es vom Drahte des Kupferpols durch Mittheilung $-E$ erhalten haben, mithin der Kupferpol negativ electrifisch seyn. (Man sieht also, daß Herr Ritter der Nicholson'schen Construction der Säule und der Nicholson'schen Benennung der Pole bisher treu geblieben ist; vergl. S. 168, Anm.) Wurde in diesem Versuche eine geriebne Glasstange statt der Siegellackstange genommen, so näherte sich α dem Stempel B, so wie die Glasstange dem andern Ende desselben genähert wurde, indem diese, als $+E$, dem in-

nern Ende des Stempels durch Vertheilung ebenfalls $+ E$ ertheilte. — Der Draht des Zinkpols gab einen umgekehrten Erfolg, daher der (Nicholson'sche) Zinkpol *positiv electricisch* ist.

Dieselben Resultate gaben Versuche mit einem guten *Cavallo'schen Electrometer*, dessen Hollundermark - Kügelchen an Fäden ungedrehter Seide, von einer elfenbeinernen Kappe herabhängen. Die Kügelchen wurden durch Näherung einer geriebenen Glasstange zum Anschlagen an die Stanniolblättchen des Glasgehäuses gebracht, worauf sie wieder zusammenfielen, und nach Entfernung der Glasstange mit einer dem Glase entgegengesetzten Electricität, d. h. mit $- E$, divergiren, indem sie durch das Anschlagen ihr durch Vertheilung erzeugtes $+ E$ verloren. Darauf wurde das rund gefeilte Ende des Drahts vom Kupferpole, mittelst einer isolirenden Handhabe, dem Ende des Electrometerdrahts bis auf $\frac{1}{4}$ Linie genähert. Dabei wuchs die Divergenz der Kügelchen, und kam bei der Entfernung des Drahts wieder zur vorigen geringern zurück. Da der Polardraht hier das Electrometer durch Vertheilung electricirt, afficirt er die Kügelchen mit einer der seinigen gleichnamigen Electricität; diese ist aber, da die negativ electricischen Kugeln dadurch noch stärker zur Divergenz gebracht werden, $- E$, also der (Nicholson'sche) Kupferpol der Stale im Zustande von $- E$. Näherte man dagegen den Draht vom Zinkpole dem Electrometerdrahte auf dieselbe Art, so sanken die Kügelchen näher zusammen, erhielten dadurch also eine der ihrigen entgegengesetzte

Electricität, d. h. $+E$, daher der (Nicholson'sche) Zinkpol im Zustande von $+E$ war.

Dies sind die Hauptresultate der Ritterschen electrokopischen Versuche, so weit sie auch schon in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. 2, St. 3 zu finden sind, und Umstände betreffen, die an sich schon bekannt sind. Wegen den neuen electrokopischen Entdeckungen, die Herr Ritter mit seinem Apparate an Volta's Säule gemacht hat, muß ich den Leser auf St. 7 dieses Jahrgangs der Annalen verweisen.

d. H.

IV.
EINIGE MERKWÜRDIGE VERSUCHE
mit VOLTA'S Säule, angestellt

von
W. GRUBER,
Hofapotheker zu Hannover.

(Aus einem Briefe an den Herausgeber.)

Hannover den 30st. April 1801.

Ich theile Ihnen hier zu der sich täglich mehrenden Summe von Erfahrungen, die uns die Voltaische Säule lehrt, einige nicht uninteressante mit, die, so viel ich weiß, noch nirgends beschrieben sind, und auf die meine Versuche mit dieser Säule mich leiteten.

Sobald die Voltaische Säule in Deutschland bekannt wurde, errichtete ich eine, die aus 80 Lagen Silber, und eben so viel Zink und Pappe bestand. Ich erbaute sie streng nach der von Ritter in Voigt's *Magazin* vorgeschriebnen Ordnung, *) ward aber, so wie Alle, welche auf diese Weise ihre Batterie errichteten, sehr bald gewahr, daß die unten liegende Silberplatte sich ungewöhnlich stark oxydire. **) Da ich die erste Zeit dieses als

ein

*) Der von Nicholson eingeführten; vergl. S. 138.
d. H.

**) Da diese Nicholson'sche Construction der Säule
fol-

ein mit diesen Versuchen nothwendig verknüpftes Uebel anah, so erlitt ich geduldig den hierdurch entstehenden Verlust, bis ich endlich, um zu versuchen, ob dieses Uebel nicht zu vermeiden sey, die Säule anders construirte. Vollkommen erreichte ich meine Absicht, als ich die Säule in folgender Ordnung auführte: *Silber, Pappe, Zink, Silber, Pappe, Zink, u. s. w.*, so daß zuletzt eine Zinkplatte die Säule schloß. Bei einer in dieser Ordnung construirten Säule habe ich, selbst wenn die Batterie 8 und mehrere Tage ununterbrochen wirken mußte, nie die geringste Oxydation der untersten Silberplatte bemerkt. Besonders auffallend war mir aber die verkehrte Ordnung, in welcher die so aufgeführte Säule die Erscheinung der Luftentbindung und der Oxydation gab. Denn statt daß sonst der mit dem Silberhaken in Verbindung stehende Draht die Luft entbindet, und der mit dem Zink verbundene sich oxydirt, liefert in dieser Säule der vom Zink ausgehende Draht die Luft, und

folgende ist: (*S, f. L., S.,*) *Z., f. L., S., . . .*
Z., f. L., S., (Z., f. L., Z.,) so sind die erste und letzte Kette nicht als Theile der Säule, sondern als Theile des sie schließenden Leiters zu betrachten, und daher die erste Silberplatte als Ende eines Leiters vom wahren Silberpole oder dem Oxygenpole, (S. 163) Kein Wunder daher, daß, wo sie den feuchten Leiter berührt, eine starke Oxygenerzeugung und eine lebhaft Oxydation der Platte eintreten.

d. H.

der vom Silber oxydirt sich. Mehrere Versuche, verbunden mit der Nichtoxydierung der untersten Silberplatte, sobald die Säule in dieser Ordnung errichtet ist, machen mir es mehr als wahrscheinlich, daß nicht, wie wir bisher geglaubt haben, das Silberende, sondern das Zinkende das luftgebende sey, und daß in jeder Voltaischen Säule, sie mag aus Metallen, welcher Art sie auch sind, errichtet seyn, das luftentbindende Ende stets da ist, wo das sich am leichtesten oxydirende Metall die Kette schließt oder anfängt. *) Ich baute die Säule, mit welcher ich folgende Versuche anstellte, stets in obiger Ordnung auf.

Nirgends habe ich bis jetzt, ungeachtet der großen Menge von Versuchen, welche mit der Voltaischen Säule angestellt sind, der *Dendriten* erwähnt gefunden, welche sich an der luftgebenden Spitze einer Silbernadel bilden, sobald diese der Wirkung der Batterie ausgesetzt wird. Ich muß daher glauben, daß die Entstehung dieser *Dendriten* noch von keinem beobachtet ist, welches mich freilich um so mehr wundert, da ich sie jederzeit erhalten habe, sobald ich die Silbernadeln in einer Glasröhre, die mit destillirtem Wasser gefüllt war, der Wirkung der Batterie aussetzte. Wenn man nämlich Silbernadeln durch die Korke einer mit

*) Eine sehr richtige Bemerkung, welche durch die Auseinandersetzung dieses Umstandes S. 169 f. außer Streit gesetzt wird. d. H.

destillirtem Wasser gefüllten Glasröhre steckt, und, wie Taf. IV, Fig. 3, zeigt, die Nadel *a* mit dem (wahren) Zink-, die Nadel *b* aber mit dem (wahren) Silberhaken der Batterie in Verbindung bringt, so entbindet sich, wie es gewöhnlich geschieht, an der Spitze von *a* sehr viel Luft, während sich die Spitze von *b* gelb oxydirt. Kaum hat aber diese gegenseitige Wirkung 2 Minuten gewährt, so wird das entstandne Oxyd von der luftgebenden Spitze angezogen, und es bildet sich, unter Verwandlung des gelben Oxyds in ein schwarzes, an dieser Spitze ein aus schwarzem Silberoxyd bestehender sehr schöner, in Absicht der Figur den Schneefiguren ähnlicher Dendrit. In dem Augenblicke, da die Bildung des Dendriten ihren Anfang nimmt, hört auch die Erscheinung der sich entbindenden Luft auf, und die luftgebende Nadel bedeckt sich mit einem schwarzen Silberoxyd, das aber nur sehr lose auf der Oberfläche der Nadel liegt; denn die geringste Berührung verwischt das Oxyd, und macht die Nadel mit ihrem vorigen Glanze erscheinen. Mehrere Beobachtungen leiteten mich auf den Gedanken, daß diese Dendriten einem wahren Desoxydationsprozeß ihre Entstehung zu verdanken haben; und ich schloß, daß, sobald ich mehrere Röhren, deren Silbernadeln in Berührung stünden, der galvanischen Wirkung aussetzte, auch die Farbe des sich an den Nadeln erzeugenden Oxyds, (weil die verschiedene Farbe der Metalloxyde bloß von der größern oder geringern Menge des gebundenen

Sauerstoffs abhängt,) so wie auch die Entstehung der Dendriten in Absicht auf Zeit und Grösse verschieden seyn werde.

Der Erfolg entsprach meiner Voraussetzung gänzlich: denn als ich *mehrere Röhren* zu gleicher Zeit in die galvanische Kette brachte, wurde die Nadel, welche unmittelbar mit dem Silberhaken in Verbindung war, mit einem weissen, die der mittlern Röhre mit einem gelben, und die der dritten, als die mit dem Zinkhaken am nächsten in Verbindung stehende, mit einem sich dem schwarzen nähernden Oxyd überzogen. Eben so verhielten sich auch die Dendriten in Absicht der Zeit ihrer Entstehung und ihrer Grösse ganz verschieden; denn an der unmittelbar mit dem Zinkhaken in Verbindung stehenden Nadel erzeugte sich der Dendrit nicht nur gleich nach Schliessung der Kette, sondern er war auch viel gröfser, als die in den beiden andern Röhren, in welchen sie sich viel später erzeugten. Ja in der mit dem Silberhaken unmittelbar in Verbindung stehenden Röhre erzeugte er sich erst nach Verlauf von 5 bis 8 Minuten, wobei das vorher weisse Oxyd in ein gelbes umgeändert wurde.

Durch diesen Erfolg in meiner Theorie bestärkt, glaubte ich die Entstehung dieser Dendriten ganz verhindern zu können, wenn ich zwischen die Nadeln eine dünne Korkscheibe in die Glasröhre brächte, wodurch zwar nicht das Durchströmen des galvanischen Fluidums, wohl aber die durch

wechselseitige Affinität bewirkte Desoxydation des so eben entstandenen Oxyds verhindert würde. Ich verfertigte mir also eine Röhre, in deren Mitte, wie Fig. 4 zeigt, eine Korkscheibe befindlich war, füllte sie mit destillirtem Wasser, und brachte sie, nachdem ich die Nadeln hineingesteckt hatte, mit der Batterie in Verbindung. Die Luftentbindung, so wie auch die Oxydation, nahm gleich; so wie die Kette geschlossen war, ihren Anfang; allein, ungeachtet ich die Röhre $\frac{3}{4}$ Stunden der ununterbrochenen Wirkung ausgesetzt liess, so erzeugte sich doch keine Spur eines Dendriten, und statt dass sonst das in einer gewöhnlichen Röhre sich bildende Oxyd gelber Farbe ist, war es in dieser ganz weiss.

Da auch dieser Versuch meiner Erwartung ganz entsprach, und eine neue Bestätigung lieferte, dass die Entstehung dieser Dendriten der Desoxydation des Silberoxyds zuzuschreiben sey; so glaube ich fast annehmen zu dürfen, dass diese Dendriten sich nur dadurch erzeugen, dass ein Theil des an das Silberoxyd nur lose gebundenen Sauerstoffs sich, (vermöge seiner nahen Affinität zum Wasserstoffe, des sich an der Spitze von α entbindenden Wasserstoffgas,) mit diesem Wasserstoffe zu Wasser verbindet. Da bei muss nicht nur die Erscheinung der Luftbläschen sogleich aufhören, weil diese Wiedererzeugung des Wassers im Augenblicke ihrer Entbindung vor sich geht; sondern auch die Farbe des Oxyds muss verändert werden, weil es dann eine geringere Menge gebundenen Sauerstoffs enthält und in ein

schwächeres, also mit einer dunkeln Farbe erscheinendes Oxyd umgeändert wird. Die Zusammenhäufung dieses schwarzen Oxyds zu einer regelmäßigen, krystallinische Fügung zeigenden Figur müssen wir wahrscheinlich dem Attractionsvermögen zuschreiben, welches alle gleichnamigen Körper unter sich besitzen. Zur Erzeugung dieser Dendriten ist es nöthig, daß die Spitzen der Silbernadeln ganz genau gegen einander über stehen, denn sobald dies nicht der Fall ist, wartet man vergeblich auf ihre Erscheinung.

Eine andere von mir gemachte Erfahrung ist die, daß *salpetersaures Silber* aus seiner mit Wasser verdünnten Auflösung durch *reines Silber krystallinisch gefällt wird, ohne daß es nöthig ist, die mit Silberauflösung gefüllte und mit Silbernadeln versehene Röhre in die galvanische Kette zu bringen.* Ich wollte die Versuche, ein aufgelöstes Metall durch ein gleichnamiges mit Hilfe der Voltaischen Säule zu fällen, nachmachen, und brachte zu diesem Endzwecke eine verdünnte Silberauflösung in eine Röhre, verstopfte die Oeffnungen mit Kork, durch welchen ich ganz feine Silbernadeln gesteckt hatte, und legte die so vorbereiteten Röhren auf den Tisch, um erst die Batterie, mit welcher ich sie verbinden wollte, zu errichten. Als ich die Säule zusammengesetzt hatte, und nun die Röhre in die Kette derselben bringen wollte, bemerkte ich mit Erstaunen, daß beide in der Auflösung sich befindende Nadeln mit sehr schönen Krystallen von ganz reinem und

regulinischem Silber überzogen waren. Ich glaubte irgend einen Fehler gemacht zu haben, und füllte von neuem eine Röhre mit Silberauflösung, in die ich zwei Silbernadeln brachte, und legte sie, ohne sie mit der Batterie in die geringste Berührung zu bringen, ruhig auf den Tisch. Kaum hatte sie acht Minuten gelegen, als ich schon sehr deutlich bemerken konnte, daß beide Nadeln sich mit den schönsten Kry stallen regulinischen Silbers überzogen. Diese neue Erscheinung wußte ich durch nichts zu erklären, als durch eine zwischen gleichnamigen Metallen vielleicht statt findende Galvanisation, sobald sie mit einer salzigen Auflösung desselben Metalls benetzt wären. Zu dieser Meinung verleitete mich das Auffallende, daß stets die eine Nadel weit stärker als die andere mit Kry stallen überzogen war, und daß dieser Unterschied sich stätig auf einer und derselben Seite zeigte.

Kurz nach dieser Entdeckung hatte ich das Vergnügen, den um den Galvanismus so verdienten Hrn. Professor Pfaff aus Kiel, auf seiner Durchreise nach Paris, nebst seinem Bruder Herrn Prof. Pfaff aus Helmstädt bei mir zu sehen. Beiden zeigte ich diesen Versuch, und sowohl dieser als auch die Entstehung der eben beschriebenen Dendriten war ihnen ganz neu. In Absicht der Art der Erklärung, wie diese regulinischen Silberkry stalle auf Silber entstünden, wollte mir zuerst Herr Prof. Pfaff aus Kiel nicht beistimmen, und erglaubte, es ließe sich durch eine hier entstehende Sur-

oxygenisation der Salpetersäure erklären. So wahr dieses auch ist, so entsprachen doch die Versuche, welche wir gleich gemeinschaftlich darüber anstellten, keinesweges dieser Meinung; denn als wir eine Röhre mit Silberauflösung füllten, und statt zweier nur Eine Silbernadel in die Röhre brachten, so zeigte sich, ungeachtet wir eine lange Zeit verstreichen ließen, keine Spur einer Niederschlagung des Silbers, welches doch aber, da die Bedingungen dieselben waren, hätte geschehen müssen, wenn eine *Suroxygenisation* der Salpetersäure die Ursache dieser Erscheinung wäre. Als wir aber in dieselbe Auflösung, aus welcher eine Nadel keinen Niederschlag bewirkt hatte, zwei sich mit ihren Spitzen entgegen stehende Nadeln brachten, entstand sogleich die schon erwähnte Niederschlagung des Silbers. Eine silberne und eine goldene Nadel in entgegengesetzter Richtung in eine mit Auflösung gefüllte Röhre gesteckt, bewirkten nicht den geringsten Niederschlag, der sich aber sogleich zeigte, als wir die goldene Nadel mit einer silbernen vertauschten. Was bewirkt hier diesen Niederschlag, wenn wir nicht annehmen wollen, daß gleichnamige Metalle fähig sind, galvanische Materie zu erzeugen, sobald sie mit einer salzigen Auflösung befeuchtet sind, und sich in entgegengesetzter Richtung befinden? *)

*) Man vergl. hiermit den folgenden Aufsatz des
Herrn Prof. Pfaff. d. H.

Bei allen mit der Volta'schen Batterie angestellten Versuchen richtete ich vorzüglich meine Aufmerksamkeit darauf, zu erfahren, ob die sich entbindende Luft der Zersetzung des Wassers oder der Zerlegung der galvanischen Materie zuzuschreiben sey. Zu dieser Absicht war es nicht nöthig, die entbundnen Luftarten einzeln aufzufangen, weil es nur bloß darauf ankam, zu erfahren, ob durch die Erzeugung der Luft eine dieser conforme Menge Wassers zersetzt würde. Zu diesem Endzwecke durchbohrte ich, wie Fig. 5 zeigt, ein Gefäß aus Serpentinsteine in entgegengesetzter Richtung *a* und *b*. Die eingebohrten Löcher verstopfte ich mit zwei Korken, durch welche die beiden goldnen Nadeln *c* und *d* gesteckt wurden. Um die von den Nadeln sich entbindende Luft in einer gemeinschaftlichen Röhre auffangen zu können, brachte ich in den innern Raum des Gefäßes eine Glasröhre *e*, die, wie Fig. 6, gebogen war, und dazu diente, die sich entbindende Luft durch ihre Oeffnung *i* in die zum Auffangen der Luft bestimmte Röhre *f* zu führen. Diese Röhre *e* kittete ich bei *a* und *b* mit Wachs ganz genau an die durchbohrten Oeffnungen des Gefäßes fest. Ueber die Röhre *e* stürzte ich nun, um die Luft aufzufangen, eine genau 6 Kubikzoll haltende Glasröhre *f*, die, um sie senkrecht über die Oeffnung *i* in der Röhre *e* halten zu können, mit einem Faden bei *g* an das hölzerne Gestell *h* befestigt war. Ich wog nun erst das Gefäß mit der eingekitteten Glasröhre und den in ihr befindlichen

goldnen Nadeln, auf einer vom Hrn. Sußrot verfertigten Wage, die, ungeachtet ihrer Gröfse, doch so genau ist, dafs sie bei $\frac{1}{4}$ Gran sehr deutlich ausschlägt, und wog zweitens die zum Auffangen der Luft bestimmte Röhre. Hierauf füllte ich das Gefäfs, so wie auch die Röhre *f*, mit destillirtem und nochmahls ausgekochtem Wasser, übergofs, um die Verdunstung zu verhüten, die Oberfläche des Wassers mit Mandelöl, und wog nun den ganzen Apparat nochmahls, um das Gewicht des Wassers + dem des Oehls zu erhalten. Nachdem die Röhre *f* senkrecht über der Oeffnung *i* der Röhre *e* aufgerichtet war, brachte ich den Apparat mit der Batterie in Verbindung, und hob diese nicht eher auf, als bis die Röhre *f* durch die aufsteigende Luft von ihrem Wasser entleert war. Um nun zu erfahren, ob in diesem Versuche wirklich Wasser zersetzt sey, nahm ich die entleerte Röhre *f* aus dem Wasser, und wog sie nochmahls, um das Gewicht des an den Aussenwänden der Röhre hängen gebliebenen Wassers zu erhalten. Hierauf wog ich das Gefäfs mit dem darin befindlichen Wasser und Oehle, addirte hierzu das Gewicht des Wassers, das an der Röhre *f* hängen geblieben war, und sah nun zu, ob dieses Gewicht mit dem vorherigen des Apparats + des Wassers und Oehls übereinstimmte.

Diesen Versuch habe ich viermahl wiederholt, und jedes Mahl *nicht den geringsten Verlust an der gebrauchten Wassermenge erfahren*, welches mir zu beweisen scheint, dafs die entbundene Luft *nicht*

der Zersetzung des Wassers, sondern der der galvanischen Materie zuzuschreiben ist. Ein zu wichtiges Resultat, als das nicht zu wünschen wäre, daß mehrere diesen Versuch wiederhohlen, und das erhaltne Resultat bekannt machen möchten. *) Welches weitläufige Feld eröffnet sich uns nicht, wenn die erhaltene Luft nicht der Zerlegung des Wassers, sondern der Zerlegung der galvanischen Materie selbst, ihren Ursprung verdankt! Welches Licht verbreitete dieser Versuch über die Zusammensetzung dieser und der ihr in so manchen Stücken gleichen electrischen Materie! Würden wir dann nicht berechtigt seyn, anzunehmen, daß Sauerstoff, Wasserstoff, Wärme- und Lichtstoff die Bestandtheile dieser und der electrischen Materie wären, und daß der zwischen beiden statt findende Unterschied nur in dem quantitativen Verhältnisse ihrer Bestandtheile liege? Welche Umänderungen stünden dann nicht der thierischen und der Pflanzen-Chemie in physiologischer Rücksicht bevor!

*) Da von den 6 Kubikzollen Gas, die sich entwickelt hatten, höchstens 1 Kubikzoll Sauerstoffgas, die übrigen Wasserstoffgas waren, konnten alle 6 höchstens $1\frac{1}{2}$ Gran wiegen. Mehr Wasser wäre also nicht zersetzt worden. Man sieht hieraus, wie delicat dieser Versuch, und wie sehr es zu wünschen ist, daß er mehr im Großen wiederhohle werde. Ob auch wohl in der mit dem Gefäße voll Wasser und dessen Gegengewichte beschwerten Wage $\frac{1}{4}$, oder selbst 1 Gran einen merklichen Ausschlag gab?

V.

BEMERKUNGEN

über dieselben Versuche,

von

C. H. PFAFF,

Professor zu Kiel.

(Aus einem Briefe an den Herausgeber.)

Hannover den 16ten April.

Ich bin gegenwärtig auf einer Reise nach Paris begriffen, um daselbst die vortrefflichen Anstalten für das Studium und die Cultur der Physik und Chemie mit aller Muse zu benutzen. Ich werde es mir zu einem angenehmen Geschäfte machen, Ihnen Nachricht von neuen Entdeckungen, Erweiterungen, Berichtigungen, die in diesen beiden Wissenschaften während meines Aufenthalts in Paris gemacht werden, schleunigst mitzuthellen.

Auf meiner Reise lernte ich in Hannover Herrn Hofapotheker Gruner, einen sehr geschickten Chemiker, kennen. Er hatte sich auch viel mit galvanischen Versuchen mit Volta's Säule beschäftigt. Ein sehr artiger Versuch, den ich bei ihm sah, ist der Versuch mit zwei Silberdrähten, die von beiden Polen aus zu Leitern in das Wasser, das zersetzt werden soll, gebraucht wurden. Der Silberdraht, der vom oxygenirenden Pole ausgeht, oxydirt sich schwärzlich, und das Wasser um ihn her

wird von dem Silberoxyd ganz dunkel gelblich braun gefärbt; aus dem Silberdrahte des gasgebenden Poles entwickelt sich *wenig* oder *gar keine* Luft, dagegen setzen sich *Silberdendriten* von *ausnehmender Schönheit* an denselben an, und er wird auch schwärzlich gefärbt; doch läßt sich dieser schwärzliche Ueberzug mit dem Tuche leicht abwischen, was beim andern Silberdrahte nicht der Fall ist. Herr Gruner erklärt sich diese Silberdendriten so, daß das am Oxygendrahte entstandne Silberoxyd am Hydrogendrahte wieder reducirt wird und nun in Dendriten anschießt. Diese Erklärung ist mir auch sehr wahrscheinlich, und ohne Zweifel würde, wenn man beide Prozesse durch meinen Korkapparat von einander abtrennte, der Silberdraht des Hydrogenpoles nunmehr Wasserstoffgas geben. *) Diese Vegetation des Silbers ist von so ausnehmender Schönheit, als ich sie selten sonst gesehn habe. Der Silberdendrit breitet sich nach allen Seiten aus, und wächst so schnell, wie sich der Schmetterlingsflügel entfaltet. Wo ist wohl die Grenze der galvanischen Placticität?

Dieser Versuch des Herrn Gruner's gab mir Gelegenheit zur Anstellung eines Versuchs, der meine Idee von Galvanisiren der Metalle als eines analogen Phänomens mit dem Magnetisiren des Eisens, die ich im IVten Stöcke des nordischen Archivs nur

*) Vergl. Seite 331.

kurz hingeworfen habe, sehr zu bestätigen schien. Es ist bekannt, daß, wenn man zwei mit Wasser gefüllte Glasröhren, in deren eine ein Draht vom Oxygenpole, in die andere ein Draht vom Hydrogenpole geht, durch Metall oder Reißblei u. s. w. mit einander verbindet, die beiden Extreme des verbindenden Drahtes, Reißbleies u. s. w. ebenfalls galvanische Polarität zeigen, da dies bei thierischen Theilen, Kork, feuchtem Papiere u. s. w. nicht der Fall ist. *) Meine Vorstellungsart hierüber ist, daß Metalle u. s. w. gleichsam eine galvanische Vertheilung in sich zulassen, aber nicht so die feuchten thierischen Theile, (z. B. Davy's thierische Fiber,) u. s. w. Der zwischen beiden Metalldrähten mitten inne liegende und die galvanische Wirkung fortleitende Metalldraht wirkte also gleichsam in diesem Falle wie ein Stück Eisen, das zwischen den $+$ Pol und den $-$ Pol zweier Magnete gebracht, jenem gegen über $-$, diesem gegen über $+$ wird. So wie nun durch ein solches Stück Eisen, das die magnetische Vertheilung in sich zuläßt, die Pole jener beiden Magnete selbstverstärkt werden: so geschieht dieses, auf eine auffallende und merkwürdige Art, eben so durch den zwischen liegenden Metalldraht, in Rücksicht auf die beiden ursprünglichen galvanischen Pole, und eben diese neue Uebereinstimmung

*) Dieses scheint doch, nach der Ermanschen Erfahrung S. 310, vielleicht noch einiger Einschränkung zu bedürfen.

deutet noch mehr auf ein gleiches Naturgesetz in beiden Fällen.

Wandten wir nämlich in den vorigen Versuchen zwei Silberdrähte, und als verbindenden Mitteldraht ebenfalls einen Silberdraht an, so entstand nun an dem ersten und gleichsam ursprünglichen Hydrogenpole die Silbervegetation mit einer viel größern Schnelligkeit und Schönheit, und wurde von einem viel größern Umfange, als bei Anwendung einer einzelnen Glasröhre und bloßs zweier Drähte. Das Wasser wurde in jenem Falle nicht, wie in diesem, braun gefärbt, so vollkommen wurde alles Silberoxyd von dem nun stärkern Hydrogenpole wieder reducirt. Aber auch der erste und ursprüngliche Oxygenpol in der andern Glasröhre war nunmehr viel stärker und wirksamer. Es wurde jetzt nicht ein schwärzliches, sondern durch die stärkere Oxydation ein weißliches Silberoxyd und mit großer Schnelligkeit erzeugt. Was die Pole des zwischen liegenden Metalldrahtes betrifft, so schienen sie nicht so stark zu seyn, als die beiden ursprünglichen Pole; wenigstens war an dem dem ursprünglichen Oxygenpole entgegengesetzten Hydrogenpole die Silbervegetation nur unbedeutend in Vergleich mit der so ungemein schönen Vegetation am ursprünglichen Hydrogenpole, ohne daß darum eine merkliche Gasentwicklung statt fand. Dieses allein möchte hinreichen, zu beweisen, daß der galvanische Luftentwickelungs-Prozess kein ei-

gentlicher Wasserzersetzung - Prozess ist, sondern
dass an jedem Pole für sich ein Prozess statt findet,
der nur in so weit den Prozess des andern Poles
bestimmt, in so fern die Intensität des entgegenge-
setzten Poles mit unter seinem Einflusse steht; dass
also das Wasserstoffgas keinesweges gleichsam als
das Caput mortuum des Processes am Oxygenpole
angesehen werden darf.

VI.

Wie Thoncyylinder zu WEDGWOOD's Pyrometer zu verfertigen sind,

G A Z E T T E

in Paris. *)

Wedgwood's Pyrometer, welches vom Erfinder im Jahre 1782 bekannt gemacht wurde, besteht aus einer messingenen Platte, woraus zwei unter einem kleinen Winkel gegen einander geneigte und in 240 gleiche Theile eingetheilte messingene Lineale herausgearbeitet sind. Sie dienen, den Grad der Zusammenziehung kleiner aus verschiedenen Erdarten zusammengesetzten Cylinder, die man in die Glut des Ofens legt, zu messen, und dadurch den Hitzgrad zu bestimmen. **) Dieses Pyrometer ist noch immer das einzige wirklich brauchbare, wenn es darauf ankömmt, die höchsten Grade von Hitze anzugeben und zu vergleichen, und es wäre sehr zu wünschen, daß man sich desselben bei chemischen

*) *Annales de Chimie*, t. 36, p. 100.

d. H.

**) Umständlichere Beschreibungen des Wedgwood'schen Pyrometers findet man von Herrn Bergrath Scherer in seinem schätzbaren *Journal der Chemie*, B. 2, S. 50, und von Wedgwood selbst in 3 verschiedenen Aufsätzen, in *Geißler's allgem. Repertor. zur prakt. Beförd. der Künste und Manufakturen*, Th. 2, S. 116.

d. H.

Annal. d. Physik, B. 8. St. 2. J. 1801, St. 6.

Q

Arbeiten fleissiger bediente. Wedgwood verschwieg indess die Masse seiner Pyrometercylinder, und ich hielt es daher der Mühe werth, über die Verfertigungsart derselben eine Reihe von Versuchen zu unternehmen.

Ohne mich hier in das Detail der vielen vorläufigen Untersuchungen und Zerlegungen von Erden einzulassen, welche ich anstellte, bemerke ich nur kurz, daß ich zu solchen Pyrometerkörpern alle Erdarten unbrauchbar fand, welche zugleich Alaun-erde und Kiesel-erde mit Talk-erde, Kalk, und über 0,01 Eisenoxyd enthalten.

Da ich aus Vauquelin's Analyse der Wedgwood'schen Pyrometerkörper erlah, daß ich auf eine Mischung aus 25 Theilen Alaun-erde, 65 Theilen Kiesel-erde und 10 Theilen Wasser hinarbeiten müsse, *) so versuchte ich verschiedene Mischungen aus reiner Alaun- und Kiesel-erde, und aus fein zerstoßnen Bergkrystalle oder weißem Sande, mit französischem Thon, der 0,3 bis 0,4 Alaun-erde enthält; weitläufige und mühsame Versuche, die mich nebenher auf Porcellain- und Fayencemischungen von weit wohlfeilerer Art als die üblichen

*) Genauer bestehn, nach Vauquelin's Analyse, (in dessen chemischen Bemerkungen über die irdenen Geschirre in Scherer's *Journal der Chemie*, B. 3, S. 737,) Wedgwood's Pyrometerkörper aus 27 Th. Alaun-erde, 64,2 Kiesel-erde, 6 Kalk-erde, 0,2 Eisenoxyd und 6,2 Wasser.

führten. Unter allen Thonarten fand ich den weissen, der am reichsten an Alaunerde ist, zu den Pyrometerkörpern am geschicktesten. Der, dessen ich mich bediente, enthält in 100 Theilen an

Alaunerde	34,09
Kiefelerde	43,11
Wasser	19,25
Kalkerde	2,3
Eisenoxvd	0,75
	<hr/> 99,45

Von diesem durch das feinste Sieb geschlagenen Thone wurden, dem Gewichte nach, 150 Theile mit 63 Theilen geschlemmten und fein zerstoßenen Sandes von Fontainebleau vermischt, damit die Bestandtheile in dem vorhin angegebenen Verhältnisse stünden. Ich goss 200 Theile Wasser darüber, und liess die Masse 20 Tage lang stehn, wobei sie täglich einmahl umgerührt wurde. Darauf knetete ich sie tüchtig durch einander, damit sie sich durchweg gleichförmig mischte, liess sie so weit trocknen, bis von den 200 Theilen Wasser 170 verloren waren, und formte sie dann in cylindrischen Formen aus verzinnem Blech zu kleinen Stäben von 15 Millimètres Durchmesser und Höhe. In diesen Formen wurden sie 2 Stunden lang durch ein Gewicht von 2 Kilogrammen zusammengepresst, dann herausgenommen, und in einer Ofenhitze von 40° R. 24 Stunden lang getrocknet. Alsdann adjustirte ich sie nach Wedgwood's Art, so dass sie genau am Nullpunkte seiner Skale zwischen die Lineale hineinpassten.

Zwei meiner so bereiteten Pyrometerkörper, die bis auf ein Centigramm einerlei Gewicht mit den englischen hatten, wurden zugleich mit zwei Wedgwood'schen in einem verschlossenen Tiegel $1\frac{1}{2}$ Stunden lang einer sehr starken Hitze ausgesetzt. Die beiden Wedgwood'schen gaben diese Hitze eins zu 158, das andere zu 160° an; meine beiden eins zu 159, das andere zu 160°. Eine außerordentliche Uebereinstimmung, da ich häufig zwischen verschiedenen Wedgwood'schen Cylindern Unterschiede von 4, 6, ja von 9° gefunden habe. In dieser Hitze, welche hinreicht, Eisen in Gussstahl zu verwandeln, und der die besten hessischen Tiegel nicht widerstehn, zeigten meine Pyrometerkörper auch keine Spur von Verglasung. Sie sind daher völlig tauglich, und man wird hinführo leicht in den Porcellainfabriken Pyrometerkörper zu Kauf machen können, welche genau mit den Wedgwood'schen in ihrer Zusammenziehung harmoniren.

VII.

BERICHTIGUNG

der Untersuchung des rothen sibirischen
Bleispaths von Sage, (*Annalen*, V, 463.)

durch Gegenversuche von

THENARD.

Thenard frägt, (*Journal de physique*, T. LI, p. 71 — 77,) wie Sage dazu komme, Vauquelin die *Ann.*, V, 463, angegebenen Resultate aufzubürden, da Vauquelin bei seiner Analyse des rothen sibirischen Bleispaths weder Eisen noch Thonerde, sondern in 100 Theilen 63,96 Bleioxyd und 36,40 Chromiumsäure gefunden habe, (*Journal des mines*, N. 34,) und wie Sage 45 Th. Spiesglanz in diesem Bleispath finden könne, da er keine Spur davon zu entdecken vermöge. Thenard fand nämlich darin 64 Theile Bleioxyd und 36 Chromiumsäure. Sage's Verfehn, meint er, lasse sich auf zwei Wegen entschuldigen; vielleicht habe er das salzsaure Blei mit dem salzsauren Spiesglanze verwechselt, oder vielleicht etwas von der Gangart, in welcher der Bleispath sich findet, statt des Bleispaths genommen. Die erste rothbraune Lage dieser Gangart besteht nach seiner Untersuchung aus Kieseelerde 51, Thonerde 4, Kalkerde 2, Spiesglanzoxyd 19, Eisenoxyd 3, Bleioxyd 11, Chromiumsäure 6,5 Theilen, (Verlust 3,5,) und die zweite gelbweisse

Lage der Gangart aus Kiefelerde 92, Thonerde 1,5, Kalkerde 3, Eisenoxyd 1,5 Theilen, (Verlust 2 Theile.) Dort ist zwar Spießglanz, aber doch immer noch keine 45 Theile und nicht im Bleispathe.

Sage, ohne sich in seiner Antwort auf einen dieser Auswege einzulassen, meint, die angegebene Analyse Vauquelin's wäre wirklich von diesem zugleich mit der von Macquer gegeben worden. Doch ist dieses ungegründet, jene frühere Analyse gab kein Chromium, sondern statt dessen Sauerstoffgas; dazu kommt, daß sie Vauquelin durch seine verbesserte Analyse zurückgenommen hatte. Außerdem erbietet sich Sage, Vauquelin von der Gegenwart des Spießglanzes selbst zu überzeugen. (*Journal de Physique*, T. LI, p. 154, 155.) Doch schon im nächsten Stücke des *Journal de Physique*, (p. 232 — 234,) gesteht er, Vauquelin habe ihn in Rücksicht einiger Versuche vom Gegentheile überführt; indessen vermüthe er wegen eines braunen Kreises, der beim Kupelliren zurückbleibt, doch einiges Antimonium darin. In einer Note macht er wieder nach Gewohnheit auf die neuere Nomenklatur Klapperjagd; doch bleibt es beim Klappern. Er meint nämlich: *sel stibié* wäre besser als *muriate d'antimoine*, weil *muria* beim Cicero einen Fisch und bei Martial eine damit bereitete Sauce bedeutet habe. Daraus könne die größte Verwechslung entstehen, und daher sollte man die ganze neue Nomenklatur nur immer so schnell wie

möglich wieder abschaffen. Wer nicht gleich zwischen diesen Folgerungen eine Folge bemerkt, muß sich erinnern, daß Sage *muriate d'antimoine* fand, wo es nicht war, und es nun auch da nicht leiden will, wo es ist. Wer aber einen solchen Irrthum eines geübten Chemikers nicht begreifen kann, der gleichen hier von Thenard gerügt wird, der erinnere sich an Sage's *Mémoire sur l'or qu'on rencontre dans les cendres des végétaux*, lu à l'Académie 1778.

VIII.

U e b e r

die Verbesserung der Windfahnen, sammt
einigen meteorologischen Bemerkun-
gen über die Winde, *)

von

J. F. BENZENBERG

in Hamburg.

Wir glauben größtentheils, daß die Winde der Oberfläche der Erde parallel streichen. — Dieses ist ein Fehler und vielleicht keiner der kleinsten in der Meteorologie. — Dicht an der Erde mag dieses wegen der Brechung des Windes der Fall seyn, aber in größern Höhen, z. B. in denen, wo unsre Thurmspitzen sich enden, ist es dieses sicher nicht. Daß wir *nur diese* Richtung des Windes kennen, kömmt daher, weil uns unsre Windfahnen wegen ihrer Einrichtung keine andere anzeigen können.

Wir theilen den Kreis der Rose in 32 Striche, und setzen voraus, daß der Wind sich in der Ebene des Kreises bewege. — Hätten wir Windfahnen, die jede Richtung des Windes anzeigten, (auch die vertikale,) so würden wir bald einsehen, daß der

*) Aus einem Briefe des Herrn Benzenberg's an den Herausgeber, Hamburg den 26sten April 1801. d. H.

Wind nicht allein nach den 32 Strichen des Kreises, sondern nach allen 666 Strichen der Kugel gehe.

Windfahnen, die jede Richtung des Windes anzeigen, sind nicht schwer anzugeben. Man braucht nur zwei Fahnen mit einander zu verbinden, wovon die eine die horizontale und die andere die vertikale Richtung des Windes anzeigt.

In folgender Figur, Taf. IV, Fig. 7, ist *D* die Declinations- und *I* die Inclinationsfahne. Die Kugel *K* balancirt das Gewicht der Fahne *I*. Und die ganze Fahne *I* balancirt das Gewicht der Fahne *D*.

Auf einem Thurme läßt sich der Stand der Fahnen am besten durch ein Fernrohr mit einem Fadennetze beobachten. Wenn man die Entfernung der Thurmspitze vom Auge des Beobachters, nebst der GröÙe der Fahnen und der des Fadennetzes kennt, so läßt sich hieraus sehr leicht für jeden Stand der Fahnen eine Tabelle berechnen, in welcher man die scheinbare Neigung der Fahnen im Fernrohre unmittelbar in die wahre verwandeln kann.

Zu den vielen Unvollkommenheiten, welche unsere meteorologischen Beobachtungen haben, gehört auch die, daß wir nur die horizontale Richtung des Windes kennen. Die vertikale, von der wir nichts wissen, ist vielleicht ungleich interessanter. Wichtiger aber noch als beide ist die *Geschwindigkeit* des Windes, die fast gar nicht beobachtet wird. Unter allen den Nachrichten über die großen Stür-

me, die voriges Jahr über einen so großen Theil von Europa wütheten, war *keine einzige*, in welcher die Geschwindigkeit des Windes wäre angegeben worden. Wenn man auch zugiebt, daß unsre Anemometer noch unvollkommen sind, so liegt der Grund, daß wir so wenig von der Schnelligkeit des Windes wissen, sicher wo anders, als in der Unvollkommenheit der Anemometer. Die meisten behandeln die Meteorologie und die Politik nach dem nämlichen Schema. Sie lesen Zeitungen, sehen nach den Windfahnen, und wenn es hoch kömmt, nach dem Barometer. Auf diese Beobachtungen gründen sie ihre politischen und meteorologischen Discussionen, und sind sicher, daß ihre Enkel noch genau auf der Stelle sitzen werden, wo sie sitzen.

Herr Harding in Lilienthal sammelt jetzt die Nachrichten über den großen Sturm vom vorigen Nov. Er soll interessante Resultate gefunden haben.

Ob wohl *alle Winde ohne Ausnahme* positiv ausströmen mögen? d. h.: wenn der Wind von *A* nach *B* geht, daß er dann immer eher in *A* als in *B* ist?

Wenn ein neuer Windstoß kömmt und in *A* und *B* steht ein Baum, so kann man dieses aus der Bewegung der Blätter, wenn der Wind eher in *A* ist, entscheiden. — Alle Winde, die ich noch beobachtet habe, waren positiv, bei keinem war ein Saugen, wo die erste Bewegung bei einem neuen Stosse in *B* gewesen wäre. *)

*) Franklin glaubt bemerkt zu haben, daß in Nordamerika die heftigen Nordoststürme, die

Woher kommen die *schmalen Ströme* in der Luft, in welchen der Wind stärker ist als zu beiden Seiten? — In Dulkan, (*Canton Neersen — Roerdepartement*,) hatte im Sturme vom 26ten Febr. 1799 ein solcher schmaler Luftstrom die Thurmspitze abgeworfen und alle Häuser beschädigt, die in diesem Strome lagen. Eine Stunde südlich hatte er eine Scheune umgeworfen, und eine halbe Stunde nördlich einige Eichen. Seine Breite belief sich, nach den Verwüstungen; die er in dem Städtchen gemacht hatte, zu schliessen, auf 3 bis 400 Schuh. Ich war ein Paar Monate nachher da, und sah seine Grenze noch sehr bestimmt an den neuen Ziegeln, die auf den Dächern lagen. Die Thurmspitze, die er herunter warf, war noch neu, und hatte eine Höhe von 120 Fufs. — In den achtziger Jahren wurde in der Lausitz bei einem Gewitter so ein Strom beobachtet, der auf mehrere Meilen durch einen Wald sich eine gerade Strafse machte. — Die Erfahrung ist richtig, obschon es mir unbegreiflich ist, woher es kömmt, dafs der Strom nicht auf die Seite tritt, da keine Ufer da sind, die ihn in seiner Richtung erhalten?

nicht selten 2 bis 3 Tage lang dauern, eher im südwestlichen als im nordöstlichen Theile jener Länder sich zeigen, in Georgien anfangen, dann in Carolina, später in Virginien u. s. f., und zuletzt erst in Neuengland und Neufundland eintreten, in Boston etwa 4 Stunden später als in Georgien. Siehe Franklin's *sämmliche Werke*, übersetzt von Wezel, B. 3, S. 104. d. H.

Woher kömmt das Getöse in der Luft, welches man den *wilden Jäger* nennt? — Ich habe schon oft an Naturforscher die Frage gethan, aber noch nie eine befriedigende Antwort erhalten. Bloßer Aberglaube ist es sicher nicht, und Vögel sind es eben so wenig. Dieses beweist folgende Erfahrung, welche mir Herr Aschenberg, (der Herausgeber des Bergischen Taschenbuchs,) neu-lich erzählte. Einige Wilddiebe hatten schon einige Mahl vom wilden Jäger erzählt, und versichert, daß es keine Vögel wären. Er behauptete das Letztere, und sie versprochen, das nächste Mahl recht genau Acht zu geben. Nach einigen Wochen kamen sie zu ihm und sagten, sie hätten vor ein Paar Nächten im Burgholze, (einem Walde bei Elberfeld,) auf einem lichten Platze auf dem Anstande gestanden. Es war halbes Mondlicht und des Morgens zwischen 2 und 3 Uhr. Unter einem Baume standen ihrer 4 beisammen, um eine Pfeife anzuzünden, als sie auf einmahl das Getöse des wilden Jägers hören. Sie greifen nach ihren Flinten, um, wenn es Vögel wären, unter sie zu schießen. Der Himmel war ganz heiter, das Getöse zieht über sie hin, aber sie sehen *nichts*. In der Ferne schien es sich nach dem Thale auf die Wupper zu zu senken. — Was war dieses? —

IX.

METEOROLOGISCHE BEOBACHTUNGEN

aus Schweden vom Jahre 1799. *)

- *) Aus den *Vet. Ac. Nya Handl.* 1799 ausgezogen von Hrn. Adjunct Droyfen aus Greifswald, der sich jetzt auf einer gelehrten Reise nach Paris befindet. „Wir haben endlich“, schreibt mir Hr. Droyfen, aus Greifswald den 17. Febr., „die gedruckten schwedischen Schriften vom Jahre 1799 erhalten, aber leider fällt dies Mal die Ernte für die Physik sehr dürftig aus. Die eingelaufenen Disertationen enthalten nichts neues bemerkenswerthes, so wie ich auch ungerne die Fortsetzung der Hallströmschen Disertation vermitte. Die Abhandlungen der Kön. Akademie der Wissenschaften liefern auch nichts, was für ihre Annalen brauchbar seyn könnte. Denn Svanberg's Bericht über die auf Kosten der Akademie angestellte Reise nach Torneo, der nordischen Gradmessung wegen, steht schon in v. Zach's *Corresp.*, April 1800. Modeer's Bemerkungen über den Turmalin, (Quartal 1,) betreffen einige schwedische Schörlarten, in welchen er die electriche Kraft des Anziehens und Abstoßens nur in sehr geringem Grade bemerken konnte. Er schreibt dies nicht so sehr ihrem Eisengehalte zu, indem der Ceylonsche Turmalin nach Kirwan 9 pC., diese Schörlarten aber nur 3 pC. enthalten; als vielmehr ihrer transversalen Dicke und den Gesteinen, in welche sie eingesprengt sind.

1. Auszug aus dem meteorologischen Tagebuche zu Umeå in Lappland, (unter 63° 50' Breite,) gehalten von Dan. Er. Naezén. Es bedeutet *vM.* Vormittags, *nM.* Nachmittags.

Höchster u. niedrigster Barometerstand in jedem Monate.

		Zoll.	Wind.	Himmel.
Jan.	8 vM. u. nM.	26,26	still	klar.
	14 nM.	24,79	NNW. 1	klar.
Febr.	6 vM. u. nM.	26,14	WNW. 1	bedeckt.
	16 vM.	24,68	still	fast ganz bedeckt.
März	14 vM.	26,04	NW. 1	fast ganz bedeckt.
	16 nM.	25,04	NO. 1	bedeckt. Schnee.
April	10 vM.	26,36	NW. 1	klar.
	1 vM.	25,29	S. 1	bed. Thauwetter.
	16 vM.	25,29	NNW. 1	halb bedeckt.
Mai	1 nM.	26,28	still	klar.
	18 vM.	25,29	ONO. 1	bedeckt. Regen.
Jun.	6 nM.	25,95	WNW. 1	bedeckt. klar.
	12 nM.	25,47	still	bedeckt. Regen.
Jul.	22 vM.	25,98	still	klar.
	15 nM.	25,23	WNW.	bedeckt. Regen.
Aug.	7 vM.	26,06	NW. 1	klar.
	14 vM.	25,30	still	bedeckt. Regen.
Sept.	9 10	25,97	NO. 1. u. 2	Frost und Kälte.
	26 nM.	24,99	NW. 2	bedeckt.
Oct.	5 vM.	26,28	still	klar.
	11 nM.	24,91	WSW. 2	bedeckt.
Nov.	19 vM.	25,39	still	klar.
	28 nM.	24,90	SSW. 2	bed. Thauwetter.
Dec.	24 nM.	26,59	still S. 1	klar.
	1 vM.	25,11	still S. 1	bedeckt. Regen.

Mittlerer Barometerstand 25,61.

Größter Unterschied 1,91.

Joh. Er. Norberg theilt Tabellen aus einem Journal mit, das bei der Docke in Carlscrona über

Thermometerstand auf je 10 Tage im Durchschnitte.

Jan.	1 bis 10	— 12°,9	Jul.	1 bis 10	+ 20°,1
	11	20 — 10,6		11	20 + 11,8
	21	31 — 5,8		21	31 + 18,6
Febr.	1	10 — 5,5	Aug.	1	10 + 17,4
	11	20 — 6,3		11	20 + 13,7
	21	28 — 7,3		21	31 + 12,1
März	1	10 — 3,8	Sept.	1	10 + 6,5
	11	20 — 6,4		11	20 + 4,7
	21	30 — 4,1		21	30 + 4,3
April	1	10 — 2,2	Oct.	1	10 + 3,1
	11	20 + 1,6		11	20 + 2,7
	21	30 + 1,4		21	31 + 5,6
Mai	1	10 + 4,6	Nov.	1	10 + 3,1
	11	20 + 6,9		11	20 — 4,6
	21	31 + 10,9		21	30 — 5,8
Jun.	1	10 + 11,6	Dec.	1	10 — 8,4
	11	20 + 11,4		11	20 — 10,0
	21	30 + 14,5		21	31 — 8,3

Mittlere Thermometerhöhe + 2°,3.

Größte Kälte war — 25°,3 d. 20. Dec. st. kl.

Größte Hitze war + 26°,8 d. 26. Jul. SSO. 1. kl.

ein Kastenwerk gehalten wurde, um daraus die angewandte Kraft der Mannschaft, die an einer Handhabe arbeitete, im Durchschnitte zu bestimmen; ein Aufsatz, der nur für das Locale Interesse haben kann. — Manchem Leser Ihrer Annalen möchten dagegen die Auszüge aus den meteorologischen Tagebüchern der nördlichen Städte *Upsala* und *Umeå* angenehm seyn, weshalb ich diese beilege. Wahrscheinlich ist *Celsius Thermometer* zu verstehn, ob es gleich nicht angegeben ist.“

d. H.

2. Auszug aus dem meteorologischen Tagebuche
zu *Upsala*, (unter $59^{\circ} 54'$ Breite,) auf dem Ob-
servatorium gehalten von D. C. Holmquist.

Höchster u. niedrigster Barometerstand in jedem Monate.

		Zoll.	Wind.	Himmel.
Jan.	1 vM.	26,20	W.	klar.
	28 nM.	25,05	SO. 1	bedeckt. Schnee.
Febr.	8 nM.	26,05	N.	klar.
	22 vM.	25,11	S.	bed. Nachts Schnee.
März	6 vM.	26,25	SW.	bedeckt.
	14 vM.	25,29	SW.	klar.
April	4 nM.	25,88	S.	klar.
	11 nM.	24,99	SO.	bedeckt. Regen.
Mai	30 vM.	25,32	S.	bedeckt. Regen.
	21 nM.	25,15	N.	wolkig.
Jun.	9 vM.	25,94	W.	halb klar.
	13 nM.	25,09	SO.	wolkig. Regen.
Jul.	4 vM.	25,80	SW.	klar.
	16 vM.	25,17	SO.	wolkig. Regen.
Aug.	9 nM.	25,75	N.	zerstreute Wolken.
	6 nM.	25,05	SW. 3	wolkig. Regen.
Sept.	9 vM.	25,99	SW.	wolkig.
	29 nM.	24,90	SW. 2.	fliegende Wolken.
Oct.	13 nM.	25,91	S. 1	meist klar.
	1 vM.	25,07	N.	wolkig. Regen.
Nov.	27 nM.	25,92	WNW. 1	klar.
	8 nM.	24,85	S.	halb klar.
Dec.	15 vM.	26,12	S.	klar.
	1 vM.	25,17	SW.	klar.

Mittlere Barometerhöhe in diesem Jahre = 25,58.

Größter Unterschied — — = 1,40.

Mittlere Thermometerhöhe für alle 10 Tage.

			Morgens.	Mittags.
Jan.	1 bis 10	—	3°,17	— 0°,93
	11 20	+	0°,05	+ 0°,73
	21 31	—	5°,89	— 3°,79
Febr.	1 10	—	16°,72	— 12°,75
	11 20	—	19°,20	— 15°,00
	21 28	—	2°,81	— 0°,03
März	1 10	—	7°,60	— 0°,07
	11 20	—	5°,22	+ 1°,45
	21 31	—	9°,59	— 2°,23
April	1 10	—	6°,35	+ 1°,65
	11 20	+	1°,07	+ 6°,70
	21 30	+	2°,75	+ 8°,80
Mai	1 10	+	0°,85	+ 7°,02
	11 20	+	2°,00	+ 10°,65
	21 31	+	3°,77	+ 12°,45
Jun.	1 10	+	10°,00	+ 18°,67
	11 20	+	7°,28	+ 15°,27
	21 30	+	11°,84	+ 21°,50
Jul.	1 10	+	14°,08	+ 22°,75
	11 20	+	12°,57	+ 19°,12
	21 31	+	10°,20	+ 18°,89
Aug.	1 10	+	10°,70	+ 18°,17
	11 20	+	10°,85	+ 18°,85
	21 31	+	9°,59	+ 16°,73
Sept.	1 10	+	8°,15	+ 14°,45
	11 20	+	7°,95	+ 14°,25
	21 30	+	6°,75	+ 10°,52
Oct.	1 10	+	4°,95	+ 9°,00
	11 20	+	5°,90	+ 8°,85
	21 31	+	3°,66	+ 6°,37
Nov.	1 10	+	4°,75	+ 7°,37
	11 20	+	2°,40	+ 4°,90
	21 30	+	2°,42	+ 4°,47
Dec.	1 10	—	2°,92	— 1°,30
	11 20	—	6°,92	— 5°,17
	21 31	—	10°,23	— 7°,77
Mittl. Th. Stand			+ 1°,60	+ 6°,96

Die stärkste Kälte war — 31° d. 15. Febr. vM. N. kl.

Die größte Wärme + 28½° d. 5. Jul. nM. O. 1. kl.

Annal. d. Physik. B. 8. St. 2. J. 1801. St. 6.

R

Niederschlag nach Zehnthteilen von Zollen.

Jan.	0,212
Febr.	0,238
März	0,014
April	1,217
Mai	0,780
Jun.	0,662
Jul.	2,091
Aug.	2,665
Sept.	2,049
Oct.	3,158
Nov.	0,815
Dec.	0,128
<hr/>	
	14,029

X.

*Ueber das Schrotgießen. *)*

Die Verfertigung des gewöhnlichen Vogelschrots beruht lediglich auf einer Vorrichtung, das geschmolzene Metall tropfenweise und gleichförmig in Wasser fallen zu lassen. Das Blei wird mit einem kleinen Zusatze von Arsenik geschmolzen, der, durch hineingeworfenes Fett reducirt, die Masse minder flüßig macht. Ein langer und flacher eiserner Kasten, gewöhnlich 14 Zoll lang, 10 breit und $2\frac{1}{2}$ tief, dessen Boden mit Oeffnungen, welche der Größe der verlangten Schrotart entsprechen, durchlöchert ist,

*) Nicholson's Journ. of nat. phil., I, 261.

steht 1 bis 3 Zoll hoch über einem darunter gesetzten hohen Behälter voll Wasser, das mit einem dünnen Oehlüberzuge bedeckt ist. Man taucht zuvor den eiserne Kasten in den Kessel, worin das Blei geschmolzen wird; um ihn zur Temperatur des flüssigen Metalls zu bringen; dann legt man eine Lage der dünnen Schlacke, womit das geschmolzene Metall bedeckt ist, über den durchlöchernten Boden, und drückt sie sanft mit dem Schmelzlöffel ein, so daß die Schlacke die Löcher des Bodens verschließt, und eine Art von Filtrum bildet, durch das das flüssige Metall sich durchziehen muß, bevor es ausfließen kann, wodurch man das Abrinnen in zusammenhängenden Strömen hindert; und dann schüttet man das geschmolzene Metallgemisch löffelweise hinein. Dieses fließt, der Schlackenlage ungeachtet, mit beträchtlicher Geschwindigkeit aus dem Kasten, so daß es schwer wird, zu glauben, daß es tropfenweise, und nicht in zusammenhängenden Strömen abfließt, bis der Schrot am Boden des Wasserbehälters den Zuschauer davon überführt.

Der so verfertigte Schrot ist jedoch ziemlich unvollkommen. Da die äußere Schale jedes Tropfens beim Berühren des Wassers erstarret, indess der innere Theil noch flüssig ist, so wird dieser beim Erstarren hohl, gleich dem in eine Form gegossenen Metalle; daher die meisten Schrotkörner von einer unregelmäßigen Gestalt und etwas hohl, mithin für ihre Bestimmung zu leicht sind, und bei ihrem Fluge durch die Luft einen ungleichen Widerstand leiden.

Diese Mängel sind im *Patent-Schrote* völlig vermieden, und zwar 1. durch einen stärkern Zusatz von Arsenik, der nach der Beschaffenheit des Bleies verändert wird; 2. dadurch, daß man ihn tropfenweise 40 bis 100 Fufs tief durch die Luft fallen läßt, bevor er in das Wasser darunter sinkt; und daß 3. der getrocknete und gesiebte Schrot noch *getäfelt*, (*boarded*,) und *polirt* wird. Die erstere Operation besteht darin, daß man ihn auf Tafeln oder Mulden von hartem Holze bringt, die mit einem Rahmen in Gestalt eines nach unten zu sich verengernden II versehen sind, etwas schief liegen, und in ihrer Ebene von Knaben hin und her bewegt werden. Der gute Schrot rollt dabei schnell die Tafel herab, der fehlerhafte entdeckt sich durch die Langsamkeit, womit er in Bewegung kömmt, und wird weggenommen. Um jenen zu poliren, wird er mit sehr wenig Bleiasche, (*black lead*,) höchstens zwei Löffel voll auf die Tonne, in ein eisernes Gefäß gethan, das sich, gleich einem Fasse zum Buttern, um eine horizontale Achse dreht.

Man bringt auf diese Art den Schrot zu einem Grade von Vollkommenheit, der nichts zu wünschen übrig läßt. Der Silberglanz des frisch bereiteten, die fehlerlose Genauigkeit seiner Gestalt, und die sonderbare Art von Taktik, mit der er sich bewegt, wenn er über eine Tafel ausgeschüttet wird, machen ihn selbst zu einem angenehmen Gegenstande des Betrachtens.

XI.

PREISVERTHEILUNG UND PREISFRAGEN.

1. Der Götting. Societät der Wissenschaften.

Die mathematische Klasse der Societät hatte für den November 1800, auf Vorschlag' des seligen Lichtenberg's, eine Preisfrage über die *Bewegungs-gesetze* und die *latente Wärme der Wasserdämpfe* aufgegeben, (*Annalen*, V, 112.) „Auf diese „so wichtige und fruchtbare Frage ist keine einzige „Schrift zur Beantwortung eingegangen;“ woran wohl die Verpflichtung, lateinisch geschriebne Abhandlungen einzureichen, mit Schuld ist, wie schon in den *Annalen*, V, 114, bemerkt wurde.

Auf den November 1802 wird die im Jahre 1799 nicht hinlänglich beantwortete Frage der *physischen Klasse* aufs neue aufgegeben: „In welchen Ordnungen der beiden Thierklassen von *Insecten* und *Gewürmen* kann die *Verrichtung des Athemhohlens*, oder auf irgend eine Weise Luft zu schöpfen, und ihre Hauptwirkung, der insgemein sogenannte, dem *Verbrennen* in gewisser Rücksicht ähnliche, phlogistische Prozeß durch Beobachtung und Versuche erwiesen werden?

Preisfrage der *mathematischen Klasse* auf das Jahr 1803: „Da es für die *Pyrometrie* und deren Anwendung, so wie für die Theorie von Licht und Wärme, wichtig wäre, das *Verhältniß* der

Stärke und der Geschwindigkeit der Erwärmung verschiedener Körper durch die Sonnenstrahlen unter gleichen Umständen zu kennen, bis jetzt aber noch sehr wenig Versuche darüber bekannt sind; so glaubt die Societät durch folgende Preisfrage mehr Aufmerksamkeit auf diesen wichtigen Gegenstand der Pyrometrie zu erregen. Sie wünscht daher, 1. durch richtige und zweckmäßige Versuche und daraus abgeleitete mathematische Vergleichen zu erfahren, wie Körper von verschiedner Materie, aber einerlei Figur und Grösse, (am besten Kugeln von etwa 1" Durchmesser,) unter möglichts gleichen Umständen des einfallenden Sonnenlichts und der umgebenden Luft, sich von einerlei Temperatur stufenweise, etwa von Minute zu Minute, erwärmen; und 2. welchen Grad der Temperatur jeder Körper am Ende eines jeden Versuchs erreichen würde, es sey nun die Temperatur entweder unmittelbar, (welches wir vorzüglich wünschten,) oder doch wenigstens aus dem beobachteten Gesetze der successiven Erwärmung hergeleitet worden. — Es versteht sich, daß die äussern Umstände, die wir dem Kenner nicht vorerzählen dürfen, wenigstens immer bei 2 Körpern dieselben seyn müssen. Hauptsächlich wünscht die Societät, daß die Versuche mit Metallen, Kohle, Hölzern und Körpern von bekannter specifischer Wärme angestellt werden. Das absolute und specifische Gewicht dieser Körper und die genauen Abmessungen der angewandten Thermometer und anderer wesentli-

oher Stücke des Apparats dürfen nicht vergessen werden.“

Der Preis für jede Frage ist 50 Dukaten; der Einsendungstermin der September.

2. Der zweiten Teylerschen Societät zu Harlem auf das Jahr 1802.

Preis 400 holl. Gulden; Einsendungstermin bis zum ersten April 1802, Preisvertheilung den 1sten Nov. 1802. Die Abhandlungen können holländisch, französisch, englisch oder deutsch, (nur aber mit lateinischen Buchstaben geschrieben,) seyn, und werden adressirt *aan Teyler's Fundatie Huis te Haarlem*. Beides sind Wiederholungen der schon für das Jahr 1799 aufgegebenen Fragen.

1. *Was wissen wir bis jetzt von der Natur der wässerigen Lufterscheinungen?* In wie weit belehren uns zuverlässige Erfahrungen über die Art, wie das Wasser in der Atmosphäre aufgenommen und darin als Dampf oder auf andere Art erhalten wird, und über die Ursachen des Niederschlags dieses Wassers aus der Luft in verschiedener Gestalt? Können endlich die wässerigen Lufterscheinungen allein dem Freiwerden des in der Atmosphäre fest gehaltenen Wassers zugeschrieben werden, oder giebt es Beobachtungen, welche deutlich lehren, daß bei einigen Meteoren Wasser in der Atmosphäre erzeugt wird?

2. *Was weiß man bis jetzt mit Gewisheit über die Ernährung und den Wachsthum der Pflanzen?*

oder in wie weit kann man bis jetzt aus zuverlässigen Versuchen bestimmen, welcher Stoff oder welche Materie den Pflanzen vorzüglich zur Nahrung dient, und wie sie ihn aufnehmen, absondern und bearbeiten? Was ist in den Behauptungen grosser Naturforscher hierüber noch zweifelhaft, und durch welche Versuche liessen sich unsere Kenntnisse hierin wohl erweitern oder bestätigen? Was für Versuche wären, unsrer jetzigen Kenntniss vom Wachsthum und von der Ernährung der Pflanzen gemäß, anzustellen, um auf manchem Boden nützliche Gewächse mit besserem Erfolge zu ziehn und fortzupflanzen? — Die Societät wünscht vornehmlich den jetzigen Zustand dieses Theils der Pflanzenkunde genau angegeben, und dabei das Erwiesene von dem, was auf seichten Gründen beruht, abgefondert zu sehn, und erinnert an die neuern Schriften über diesen Gegenstand: v. Humboldt's Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen, Leipzig 1794, und Rafe's Entwurf einer Pflanzenphysiologie, Leipzig 1798.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, SIEBENTES STÜCK.

I. BEMERKUNGEN

über VOLT A's Säule,

von

L. A. von ARNIM,

in Briefen an den Herausgeber.

Zweiter Brief.

Göttingen den 22ten Mai 1801.

*Wirkungen der Volta'schen Säule auf vegetabilische
und animalische Stoffe.*

Was ich hier liefere, ist zwar nur ein Beitrag, aber was könnte es überhaupt mehr seyn? Die Wirkung auf Pflanzen- und Thierstoffe *aufserhalb* ihrer organischen Verbindung, also nicht in so fern sie in einer steten Wechselwirkung zu einem organischen Ganzen stehen, sondern als einzelner isolirter chemischer Stoff betrachtet, macht den Anfang. Ich kann hier eine Betrachtung über das Auszeich-

nende der organischen Produkte auch in dieser Absonderung nicht unberührt lassen. Auch nach diesem scheinbaren Uebergange zur unorganischen Natur scheinen sie noch alle die Eigenthümlichkeiten zu bewahren, welche sie zur Wiedererweckung im Organismus fähig macht. Ist es nicht wunderbar, daß alle diese Stoffe, in welche der organische Körper sich endlich auflöst, mit Ausnahme zweier, electriche Nichtleiter sind, da er selbst einen Leiter zweiter Klasse ausmacht, und daß jene beiden Stoffe, Eisen und Braunstein, in ihrer Verbindung, die erregbarsten zur Duplicität des Magnetismus sind, *) vielleicht überhaupt nie ohne ihn aus der organischen Verbindung scheiden? Schon aus dieser Erfahrung, daß die Leitungsfähigkeit für den Galvanismus nur durch die Verbindung so vieler Nichtleiter entsteht, ließe sich das Eigenthümliche dieser Leitung vorher erwarten, welches späterhin durch andere Beobachtungen gründlicher sich bewähren wird. Ist aber alle Leitung durch organische Stoffe nur durch die Verbindung hervorgebracht, so wird auch die chemische Wirkung auf den Körper als Verbindung statt finden; es werden nicht bloß Stoffe ausgeschieden, durch deren Ausscheidung die Qualität des Ganzen ungeändert

*) Daß der gute Stahl nicht ohne Braunstein sey, bewies Gazeran, *Annales de Chimie*, T. XXXVI, p. 64, zuerst; ein wichtiger Beitrag zur Lehre vom Magnetismus.

bleibt, *) sondern auch diese wird völlig geändert werden, und eine mit jeder Fortdauer der Wirkung geänderte Qualität, mit einem Worte: *Gährung*, erfolgen.

Bekannt ist es, daß electriche Schläge das Sauerwerden des Biers, des schlechten Weins, das Faulen der animalischen Stoffe befördern. **) Herr Grimm, (A., VII, 353,) sah schon die anfangende Gährung im Ungarweine durch eine galvanische Kette beschleunigt. Ich habe gewöhnlichen rothen französischen Wein und Bier in zwei Stunden völlig dadurch gesäuert, und *Pflanzenschleim* bald nach einander erst in eine weinige, dann in die faule Gährung übergehen lassen. *Blut* faulte dadurch sehr schnell, und der *Harnstoff* des Urins, welcher sich als eine weiße Masse an den Hydrogen-Golddraht anlegte, roch schon nach zwei Stunden so unangenehm, wie sonst, bei dem Grade der Wärme, erst nach Wochen. *Eiweiß* und noch schneller *Eidotter* nahmen bald einen unangenehmen Geruch an. Die Erscheinungen, welche diese Stoffe hierbei darboten, waren mannigfaltig. Das Eiweiß verwandelte sich an der Hydrogenseite in eine weiße, schaumige, undurchsichtige Masse, der durch Kochen in der Gerinnung ähnlich; an der Sauer-

*) Dies ist bei den Verbindungen der Säuren, Alkalien und Salze mit Wasser der Fall. A.

**) Achar d's *Sammlung phys. und chem. Abhandlungen*, Berlin 1784, S. 293 und 294. A.

stoffseite legte es sich nur in einer etwas dichtern, aber völlig durchsichtigen Masse an. Das Eidotter legte sich an beide Drähte an, es wurde an der Sauerstoffseite etwas dunkler gelb, an der Hydrogeneseite etwas weißer, und die Gasentwicklung war sehr geringe. *Samenfeuchtigkeit* verhielt sich ganz wie Eiweiß, nur griff sie, durch die deutlich darin gebildete oxydirte Salzsäure, das Gold stark an. Doch greift Samenfeuchtigkeit auch ohne Galvanismus Gold an, und es scheint daraus die Gegenwart der oxydirten Salzsäure darin zu folgen. Vauquelin, (*Annales de Chimie*, T. IX, p. 64.) fand keine Salzsäure darin. *Zuckerauflösung* färbte sich nicht goldgelb, ungeachtet an dem Oxygenpole sehr viel oxydirte Salzsäure *) sich gebildet hatte. Ich glaube dies allein aus dem steten Entgegenwirken des Zuckers erklären zu können. **) *Muskelfaser* verdarb sehr schnell.

*) Ich war ungewiss, wenigstens hielt ich es der Untersuchung werth, ob die Salzsäure sich hier gebildet habe, oder schon in der Zuckerauflösung gewesen sey. Aller Zucker enthält salzigsaure Salze, und das darin niedergeschlagene Hornsilber wird dadurch im Finstern in wenigen Minuten geschwärzt, sogar endlich reducirt. Ich halte dieses Factum für bisher unbekannt. Die Bildung der Salzsäure habe ich in der gereinigten Auflösung nicht bemerken können. A.

**) Juch Erfahrungen über die Reduction des Goldes durch Zucker in Scherer's *Journal der Chemie*, B. V, S. 230. A.

So viel von den Wirkungen auf die thierische und vegetabilische Faser als chemischen Stoff. Eins nur muß ich als Schluß noch bemerken. Wenn ein innerer Galvanismus, ein Gegensatz im thierischen Körper, nachgewiesen werden kann, so zeigt sich uns auch das Princip der organischen Festmachung, der animalischen KrySTALLISATION in ihm, und so wie alle electrische Formgebung in krummen Linien, ($-E$ in geschlossenen, $+E$ in ausfahrenden,) sich darstellt, so werden auch der vegetabilische und animalische Stoff nur unter diesen erscheinen. Ich könnte selbst, wenn dieses angenommen wäre, noch weiter gehen, könnte beweisen, daß die Zeugungstheorie, das Grundproblem aller Naturkunde, viel einfacher dadurch erklärt werde, daß, eben so wie im galvanischen Prozesse, der flüssige Grundstoff des künftigen Thiers im Eie zwischen zwei entgegengesetzten Stoffen liegt, dem Eiweiße und dem Eidotter; daß eben so nachher in diesem Keime der neue galvanische Gegensatz sich bildet, und daß eben so wie im galvanischen Prozesse die Gegenwart des Sauerstoffs nöthig ist. Ich könnte dies in den lebendig gebärenden Thieren weiter verfolgen, könnte eben die Bedingungen aufweisen, ausgenommen, daß der Sauerstoff noch einer weitem Zwischenleitung bedarf. *)

*) Ich habe vergebens mich bemüht, Mischungen aus verschiedenen Salzen, indem ich sie während ihrer KrySTALLISATION in die Kette brachte, (z. B.

Noch eine Frage sey mir erlaubt, ehe ich zu den fernern Versuchen übergehe. Wenn der Galvanismus die thierischen Stoffe fest machte, wäre er es auch, der ihr specifisches Gewicht bestimmte? Ist er es, welcher den thierischen ganz von vegetabilischen Stoffen sich nährenden Körper über das Gewicht des Wassers bringt, während die darunter bleiben, und werden etwa darum thierische Stoffe einige Zeit nach dem Tode leichter als Wasser, und erheben sich darin, weil mit dem allgemeinen Uebergange zur Gleichartigkeit in der Fäulung, dieser innere Galvanismus und die dadurch hervorbrachte Contraction sich aufheben? Dieses sind durchaus nicht Fragen wie gewöhnliche, in denen die Antwort vorher bestimmt liegt; aber ihre Lösung scheint mir wichtig.

Sollte der Galvanismus auf den *lebenden thierischen Organismus* einen ähnlichen, nach seinem Aufhören dauernden Einfluß haben? Auf der *einen* Seite stehen als Beweis die Erfahrungen über die dauernden Folgen desselben, ja durch ihn erzeugte Krankheit und hergestellte Gesundheit. Ich selbst heilte eine mir nach einer heftigen Ohrentzündung zurückgebliebene Taubheit durch anhaltendes Galvanisiren, eben so einen anfangenden Schnupfen, indem ich ihn schnell bis zu seiner äußersten Heftig-

salpeterfaures Ammonium und salpeterfaures Kali,) durch die beiden Pole zu trennen; vielleicht gelingt es mit stärkern Batterien, A.

keit brachte. Das lange Ausdauern in der Kette versetzte mich in einen, dem mir nur durch Beschreibung bekannten Somnambulismus ähnlichen Zustand, während dessen, bei ungewöhnlicher Lebhaftigkeit und Unwillkührlichkeit geistiger Thätigkeit, auch die willkührliche Bewegung der Muskeln fast ganz aufgehoben war. Auf der andern Seite tritt, nach Herrn Ritter's vollständigen Beobachtungen, (A., VII, 447 f.,) das Entgegengesetzte jeder Einwirkung nach der Auflösung der Kette ein; hat die Kette etwas geändert, so wird diese alles wieder aufheben und in den vorigen Zustand versetzen. Der Punkt, in welchem beide Beobachtungen zusammentreffen, zeigte sich mir indess nach sorgfältiger Wiederholung jener Versuche in dem ihnen allen gemeinschaftlichen Gesetze: *dass die Dauer des entgegengesetzten Zustandes nach dem Aufheben der Kette, der Dauer jener Kettenwirkung weder in der Stärke noch in der Dauer gleich sey.*

Die so bestimmte Einwirkung äußert sich schon auf das Keimen. Ich habe Kressensamen in die oben beschriebenen Galvanisirröhren gleichzeitig mit andern in Wasser eingeschlossen, und jenen in der Kette 2 Tage liegen lassen. Sauerstoff- und Wasserstoffgas hatte sich gebildet, aber ungeachtet des auffallenden von Herrn von Humboldt bemerkten Einflusses des Sauerstoffgas in der Beförderung des Keimens *) erschienen die Keime in dem

*) Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanz.

Wasser viel früher. Die galvanisirten Keime konnten sogar nur schwach, an der größern Zahl der

ten, S. 69. Was Herr von Humboldt schon bemerkte, (daf., S. 31,) die nachtheilige Wirkung des Eisenoxyds einzeln angewendet, habe ich in mehreren Versuchen bestätigt gefunden; aber es läßt sich dies auf alle Stoffe ausdehnen, die noch Sauerstoff aus der Luft, und den zum Keimen nöthigen verschlucken. Aber die daraus gegen bekannte Erfahrungen gezogenen Schlüsse, Cancrin und Rückert, (*der Feldbau chemisch untersucht*, B. 2, S. 57,) hätten Unrecht, Eisenerze als Düngmittel zu empfehlen, sind unrichtig. Die von Rückert empfohlenen Eisenerze enthielten, (daf., S. 60,) $\frac{1}{4}$ andere Bestandtheile, Kalkerde, Thonerde, Braunstein, auch Talkerde, (S. 61.) Was das Eisenoxyd für sich wirkt, ist verschieden nach seiner Mischung. In reinem Dünger wird man vergebens säen. Erstes Princip aller Düngung scheint doch wohl zu seyn, alle Stoffe, die als Produkt der chemischen Pflanzenzerlegung erhalten werden, dadurch in der Ackererde zu verbinden. So werden auch Eisen und Braunstein ein nothwendiger Bestandtheil eines guten Bodens seyn. Die Vegetation kann freilich auch diese Stoffe produciren, (*Schrader's Preisschrift*, S. 31,) aber sie wird eben deswegen mit geringerer Schnelligkeit combiniren. Daher fand auch Sauffüre in den Gewächsen der Granitländer mehr Kiefelerde, in den Gewächsen der Kalkländer mehr Kalkerde, (*Annal.* VI, 459, und *Journ. de Phys.*, T. LI, p 9,) daher überhaupt die verschiedne Vegetation auf verschiednem Bo-

Samenkörner gar nicht, hervordringen, und faul-
ten sehr schnell. Eben so wirken electriche Schlä-
ge auf keimenden Kressensamen. (v. Humboldt
über die gereizte Muskelfaser, B. II, S. 191.)

Dafs eine Kraft, die der *Entstehung* des orga-
nischen Lebens in seinen ersten Keimen so mächtig
entgegenwirkt, dem entstandenen gefunden Leben
gleich erschöpfend sich äufsern würde, liefs sich
erwarten; alles Leben ist Entwicklung, und hat
durchaus keinen Anfang, und alle seine Entwicke-
lungsstufen sind nur dem Grade, nicht der Art nach
verschieden. Frisch blühende *Hyacinthen* sah ich
in einer Stunde, (sowohl in Ketten, die in die Pflan-
zenfaser eindringen, als auch in solchen, die nur
angefeuchtet angelegt, sie in einer gewissen Länge
in sich aufnehmen,) sich senken und einschrumpfen,
und nicht den berührten Stamm allein, sondern
auch die Blätter. Die Sauerstoffseite an die von

den. Merkwürdig ist es, dafs unter allen der
Vegetation günstigen Stoffen der unorganischen
Natur, blofs Neutralsich finden. So ist, nach
Tennant, (*Journal de Physique*, T. LI, p. 157,) *ä*-
tzende Talkerde das höchste Gift der Vegetabi-
lien, 4 Gran wirken so stark, wie 40 Gran *ä*-
tzende Kalkerde, und Herr Lampadius fand unter
allen Erdarten, (*Scherer's Journal*, B. V, 324,) *die*
kohlen-saure Talkerde als die wohlthätigste.
Sollte es hieraus nicht schon wahrscheinlich wer-
den, was sich ausserdem sonst bestätigt: *Das Neu-*
tralisirteste der unorganischen Natur ist das Activste
der organischen.

der Hydrogenfeite erschöpfte Stelle gelegt, konnte sie nicht wieder herstellen. Eben so erschöpfend wirken auch electriche Schläge. Die Tödtung kleiner Thiere und die nachtheilige Wirkung auf die Gesundheit, und der specifische Reiz auf einzelne Sinne sind bekannt, die Uebereinstimmung mit den electricen Wirkungen eben so unverkennbar, aber sie selbst fordern eine genauere und strengere Revision.

Die verschiedenen Welten, in welche durch die Sinne alle Erfahrung sich trennt, in eine Erscheinung zusammenstürzen zu sehen, ist fast zu wunderbar. Ob nicht manches, was beim ersten Anblicke ursprünglich erscheint, eigentlich secundär seyn mag? Ganz bestimmt scheint die specifische Wirkung auf Geruch und Geschmack von der Bildung der Salpetersäure und des Ammoniaks abzuhängen. Das stärkere Getöse am Sauerstoffdrahte im Ohre, (*A.*, VII, 463,) scheint nur Folge der verschiedenen Erwärmung zu seyn, so wie sich auf diese auch die Eintrittsschläge zurückbringen lassen. Mir wenigstens erscheint dieses Gefühl wie eine plötzliche Erwärmung und Erkältung. Der erste Schlag begleitet den überspringenden Funken. Alle Sinne werden also, wie es scheint, *nicht unmittelbar* durch den Galvanismus afficirt; nur, was dem übrigen Körper Gegensatz der Wärme - Capacitäts-Änderung ist, wird im Auge Licht.

Ungeachtet für das Ganze, diese Zurückführung nicht unmittelbar wesentlich ist, so wird es doch

gut seyn, hier anzuzeigen, daß das Wärme- und Kältegefühl, (jenes am Sauerstoff-, dieses am Wasserstoffdrahte,) sich nicht etwa allein in der Einwirkung auf die Reizbarkeit und die Menge der organisch sich bildenden Wärme zeigt, sondern von mir auch an unorganischen Leitern wahrgenommen ist. Die Schwierigkeit hierbei beruhte auf der Wahl des Leiters, in den sich ein Wärmemesser mußte einfenken lassen. Ich fand das Quecksilber sehr geschickt, womit zwei kleine Gläser gefüllt wurden, die ich durch eine krumme Glasröhre voll Quecksilber in Verbindung setzte. Die Oberfläche des Quecksilbers wurde mit Wasser bedeckt, in welches die goldnen Polardrähte hineinreichten. Immer war an der Seite, wo sich das Quecksilber oxydirte, nach einem sehr empfindlichen Thermometer, in der ganzen Masse des Quecksilbers bis $0^{\circ},9$ R. Wärmeüberschuß.*) Ich lasse es hier dahin gestellt, ob der Wärmeunterschied auch ohne

*) Sollte ein *Galvanometer* möglich seyn, so wäre es vielleicht durch diesen Unterschied der Wärme. Ich muß hierbei an ein aus fünfzigjährigen guten Beobachtungen von Cotte, (*Journal de Physique*, T. LI, p. 112,) und früher schon von Jakobi, (*Hamburg. Magazin*.) erhaltenes Resultat erinnern: Eine ausgezeichnete Temperatur an einem Orte ist immer von einer entgegengesetzten in einem entferntern Klima begleitet. Sollte dies nicht eine Spur angeben, auf der man sich den atmosphärischen Erscheinungen mehr im Großen und Ganzen nähern könnte?

die Oxydation des Quecksilbers erfolgt wäre; mir ist es indessen wahrscheinlich. Genug, Wärmeentwicklung zeigt sich bei organischen, wie in unorganischen Körpern.

Sollte sich jene Zurückführung der Wirkungen des bisherigen Galvanismus auf zwei Sinne auch ändern, bei genauerer Beobachtung, bestätigen, so wäre nicht nur wiederum die Uebereinstimmung zwischen der Electricität und dem Galvanismus und der Gegensatz zwischen dem electrischen und dem Lichtprozesse neu begründet, sondern es liefse sich für die folgenden Zeiten ein neues Feld der Naturkunde, der Galvanismus der andern Sinne nach ihren verschiedenen Gegensätzen, ahnden. Vielleicht möchte dann in einer neuen Chemie die Vereinfachung der chemischen Individuen erfolgen, die man zu eilig vom Galvanismus hoffte, so wie Robertson *) eine neue Vermehrung derselben mit einer galvanischen Säure schon beschlossen hat. Diesem willkürlichen Schaffen neuer Elemente kann nicht ernstlich genug entgegengearbeitet werden; es ist die Quelle aller folgeleeren Hypothesen in der Chemie von je an gewesen, und freilich jede Aufgabe läßt sich dadurch ins Unendliche bequem zurück-schieben. Schon spricht Lamarck **) von einer

*) *Annal. de Chimie*, T. XXXVII, p. 143. A.
und Brugnatelli im folgenden Aufsatze dieses Hefts. d. H.

**) *Journal de Physique*, T. XXXXVIII. 4.

Schallmaterie; aber freilich so viel Grund hat er auch für sie, wie andere für Licht-, Wärme-, electrische Materie u. s. w. Aber ist es denn nicht deutlich, daß, wenn man jede Affection des Auges, des Ohres u. s. w. der Verbindung mit einer hypothetischen Materie zuschreibt, eigentlich alles unerklärt bleibt? Zwei Zustände giebt es hier nur: einen, wenn sie nicht verbunden sind, und da können sie einander als Materien nicht afficiren; einen andern, wenn sie einander durchdrungen haben, und hier können sie einander nicht afficiren, weil sie eins sind. Man muß also nothwendig den beiden Stoffen eine Wirkung auf einander zuschreiben, die nicht ihre Verbindung ist: also wozu die Verbindung, die sich nicht erweisen läßt? der Stoff, der dieser Verbindung wegen nur existiren soll? die Hypothese, welche nichts erklärt? —

Wichtig für diese Zurückführung der Affection durch den Galvanismus und Electricität als Wärme, die im Auge als Licht construirt wird, scheint es mir zu seyn, daß bei sehr heftigen galvanischen Entladungen durch viel näher verbundene Theile doch im Auge Licht erscheint. Es dringt darauf, den organischen Theil in seiner galvanischen Einwirkung nie als ein Abgesondertes zu betrachten. Sollte nicht dieses ebenfalls ein Seelenorgan, die collective Einheit aller Sinnesveränderungen, beweisen? *)

*) *Sömmering über das Organ der Seele*, Königsberg 1796, S. 85.

Aber wie wird dieses afficirt? Wenn es das Sömmerringische Wasser ist, etwa durch Zersetzung? Ich glaube nicht, denn bei der Zwischenleitung der Nervenfasern wird keine Zersetzung stattfinden. Oder durch entgegengesetzte Wärme - Capacitäts - Aenderung? Alles das und mehr ließe sich dafür anführen, was Kant zum Besten der Zersetzung dort angeführt hat. Aber wenn sich auch künftig so etwas mit abgelösten Nerven, mit Wasser in Röhren darthun ließe, so sehen wir uns doch, wie Lichtenberg bei einer ähnlichen physikalischen Frage, über das Rothwerden gewisser organischer Körper, (*Erklärung des Hogarth*, Lieferung VI,) im Finstern von der Empirie in dem wichtigsten Punkte verlassen, in der Vergleichung des Experiments im Glase mit dem Experimente im Kopfe. So lange noch jemand beobachtet, läßt sich so etwas nicht leicht an ihm beobachten, und beobachtet man darüber an ihm, so pflegt er nicht mehr zu beobachten.

Dritter Brief.

Untersuchungen über die Leiter.

Was wir unter Leitern und Leitung gewisser Wirkungen zu verstehen haben, ist vielleicht die Fundamental - Untersuchung aller Naturforschung. Ob in der Leitung vielleicht selbst erst der Grund dieser Erscheinungen liegt; ob die Anziehung specifisch durch gewisse Stoffe wirkt und qualitativ in

dieser Wirkung bestimmt ist; welchen Brechungsgesetzen sie in den Körpern verschiedner Art unterworfen ist; und wie endlich alle entgegengesetzte Wirkungen in der Aenderung dieser Leiter entstehen und sich wieder auflösen: alles das sind Fragen, deren Beantwortung den Erfahrungen immer noch besser nachfolgt, als vorgeht. Nur eins bleibt uns nothwendig und unumgänglich, nämlich die Erfahrung zu bestimmen, die als willkürlicher Scheidepunkt der Leiter von den Nichtleitern angenommen werden soll. Dieses sey die Wirkung auf das Gefühl im allgemeinsten Sinne, während der continuirlich ruhigen Berührung; eine Wirkung, die ich bisher durch jene auf andere Körper zu erläutern suchte. Dals es Leiter überhaupt nur im Gegensatze von Nichtleitern geben kann, dals beide überhaupt gleich wesentlich, wie die organische und unorganische Natur, auf einander passen und gegenseitig bedingen, bedarf keines erneuerten Beweises; wohl aber die Nothwendigkeit und der Gegensatz der Leiter zu den Nichtleitern, der positiven und negativen Leiter, und der Leiter erster und zweiter Klasse in der unterbrochenen Kette.

Ich glaube, dals die bisherigen Beweise, insbesondere das im ersten Briefe aufgefundenne Gesetz: „Alle galvanische und electriche Entgegensetzung hebt sich entweder in Lichtentwicklung auf, oder sie zersetzt Stoffe, bei deren Wiedervereinigung

Licht erscheint; *) hinreichen, den Gegenatz bei dem Prozesse darzuthun; so auch die Entgegensetzung der Leiter. *Fest* ist die *erste Klasse* der electrischen Leiter, d. h. die in keiner Verlängerung sie schwächen. Da die galvanischen und electrischen Erscheinungen nicht Folge einer mechanischen Bewegung sind, denn sie entstehen; so sind Zersetzung, also auch *flüssige* Leiter, oder vielmehr *Halbleiter*, der Kette nothwendig; sie bilden die *zweite Klasse*. Dals nur aus festen und flüssigen Stoffen eine solche Kette sich bildet, ist ein längst durch die Erfahrung erkannter Satz für alle galvanische Actionen. Die *flüssigen Leiter* zweiter Art können entweder *lufstig* oder *tropfbar-flüssig* seyn: im erstern Falle entsteht eine gewöhnliche *Electrisirmaschine*; im letztern eine *Voltaische Säule*. Demnach ist durch die Auffindung der letztern der Kreis

*) Das Licht scheidet den Sauerstoff aus der Salpetersäure in einer gewissen Menge; eben deswegen geschieht auch die Wiederverbindung des Salpetergas und der rauchenden Salpetersäure mit dem Sauerstoffe ohne Lichtentwicklung. Durch die galvanische Kette wird, wie ich fand, (*Annalen*, VIII, 133,) die Salpetersäure in Stickgas und Sauerstoffgas zerlegt, und ihre Verbindung ist durch keinen Druck, (*Scherer's Journal*, V, 100,) allein durch das Licht hervorzubringen. Es darf uns daher nicht wundern, dals die Salpetersäure so langsam aus der Luft niedergeschlagen wird.

A.

Kreis der möglichen electricischen Constructionen geschlossen.

Diese Leiter zweiter Art müssen, der Voraussetzung gemäß, zersetzbar seyn. Aber wenn diese Zersetzung überhaupt wahrgenommen werden soll, so muß in dem entstandenen Zweifachen ein Widerspruch gegen die Vereinigung entstehen; sie werden, ungeachtet der Berührung, sich nicht verbinden. Da dies, nach dem Vorigen, nicht ohne Lichtentwicklung geschieht, und Lichtleitung der electricischen entgegengesetzt ist, so beweist dies nicht nur das an einem andern Orte von mir gegebene Gesetz: „Die Zersetzung durch galvanische Ketten verwandelt die Stoffe in schlechtere Leiter;“ sondern man erkennt auch den Grund des Gesetzes: „dass Körper nur in so fern sie in dem einen Falle Leiter, im andern Nichtleiter sind, bei einer Temperatur flüssig einander berühren, und nicht verbunden, und doch auch mit einander verbunden seyn können.“ Wer hier entgegenen wollte, dass eben dadurch die Verschiedenheit zwischen Galvanismus und Electricität begründet wäre, in so fern durch electricische Schläge jene gebildeten Gasarten wieder vereinigt würden, der vergisst, dass es nur in einer Lichterscheinung geschieht, und dass hier, wenn gleich nur auf geringe Entfernungen, der Funke an der Voltaischen Batterie eben so wirkt, Schwefel, Naphtha, Wasserstoffgas u. s. w. entzündet, (*Annal.*, VII, 493,) also, dass in beiden die

Lichtkette das Umgekehrte der electricischen hervorbringt.

Die *Zwischenleiter*, deren Daseyn ich in meinem ersten Briefe dargethan zu haben glaube, gehören nothwendig zu den Leitern zweiter Art, weil sie, um einer Verbindung und Entbindung fähig zu seyn, nothwendig flüssig seyn müssen. Dafs man Kork, Linnepfaden, Nerven, Pflanzenfaser dazu anwenden kann, beweist nichts dagegen, denn mit ihrer Austrocknung hört die Zwischenleitung auf; sie steht im Verhältnisse mit ihr. Endlich heben alle Leiter erster Art die Zwischenleitung auf. Diese Zurückführung der Hauptbedingungen der galvanischen Kette auf die Verschiedenheit der Leiter läfst uns hoffen, in ihrer Eigenthümlichkeit den Grund der verschiednen und besondern Wirkungen auf thierische und vegetabilische Stoffe aufzufinden.

Ich verband durch den saftreichen Stengel einer frisch blühenden *Hyacinthe* zwei Wassergläser, in welche die Polardrähte hingen. Die Wirkung war wie durch einen nassen Faden, nassen Kork, Schwefelsäure u. s. w. Es entwickelten sich die Gasarten an den beiden Polen, an dem Zwischenleiter hingegen nicht. Dieser wurde nicht mehr verändert, als ein anderer ebenso, (aber ohne zu galvanisiren,) ins Wasser gelegter, und die Wirkung schwächte sich, bis sie beim Austrocknen aufhörte. Durch Benetzen mit Wasser wurde sie wieder hergestellt. Der frische Schufs eines *Fliederstrauchs* leitete nicht; eben so wenig mehrere andere frische

Hölzer, oder nur sehr wenig. *Froschnerven* leiteten eben so; es war keine Verschiedenheit wahrzunehmen zwischen den leitenden und den nichtleitenden.

Muskelfaser von Fröschen und Rindern hingegen blähte sich an beiden Seiten auf, wurde an der dem Hydrogendrahte entgegenstehenden Seite weiß und nahm überhaupt eine verschiedene Consistenz an beiden Seiten an. Ein gleiches Stück Muskelfaser eben so in andere Wassergläser, ohne Verbindung mit der Kette, gelegt, war fast unverändert geblieben, und als jenes aufhörte zu leiten und dieses eingelegt wurde, zeigte es sich noch als ein guter Zwischenleiter. Wurde jenem weiß gewordenen, in seiner Leitungskraft geschwächten Stücke der weisse Ueberzug genommen, so war auch die Leitung hergestellt.

Dieses kurzgefaßte Resultat einer langen Reihe von Versuchen weist bestimmt auf eine ausgezeichnete Eigenschaft der thierischen Muskelfaser hin, die sie gänzlich von der Pflanzen- und Nervenfasern unterscheidet. Wodurch wurde jene Mischungsveränderung veranlaßt, und worin besteht sie? Ich glaube mit höchster Wahrscheinlichkeit annehmen zu dürfen, die dem Role, woran sie liegt, entgegengesetzte Gasart, auf der einen Sauerstoffgas, auf der andern Wasserstoffgas, verbinden sich damit. Nicht diese Erfahrung allein bestimmt mich darin, sondern schon die über die Wirkung der Kette auf Urin von Hrn. Grimm, (A., VII, 351.)

angezeigt, der erst coagulirt wird, und dann erst Gas entwickelt. Eben so und noch mehr die oben beschriebne Wirkung auf Eiweiß, wo das Eiweiß der Hydrogenseite bei ununterbrochener Entwicklung des Gas gerann; eine Erscheinung, die gewöhnlich dem Sauerstoffe zugeschrieben wird. *) Die Eigenschaft der Muskelfaser, beide Gasarten zu verschlucken, ist völlig erwiesen. Herr Achard **) blies einer Hündin beträchtliche Mengen beider Gasarten unter die Haut, welche nach kürzerer oder längerer Zeit verschluckt waren, mehrerer anderer Versuche mit dem Blute u. s. w. nicht zu gedenken. Dieses angenommen, denke man sich den thierischen Körper in dieser seiner Zusammensetzung aus dem Nerven *N* und der Muskelfaser *M*, (Taf. V Fig. 1.) als Zwischenleiter; *H* bezeichne den Hydrogen-, *O* den Oxygenpol. Nach dem Vorigen wird *b* jetzt Hydrogen, und *a* durch Zwischenleitung des Nerven Oxygen verschlucken, umgekehrt geschieht alles bei der Umkehrung der Zeichen. Es wird daher

*) Carradori bestritt diese Meinung, weil er beim Gerinnen des Eiweißes mit Quecksilber gesperrt, kein Schwefel-Wasserstoffgas, wie man bis dahin behauptete, wahrnehmen konnte. Doch habe ich in mehrern sorgfältigen, eben so angestellten Versuchen immer den Geruch, und beim Auswaschen in Wasser immer Aufsteigen von Gas bemerkt. A.

**) *Samml. phys. und chem. Abhandlungen*, B. I, Berl. 1784, S. 273 und 280. A.

die Action auf den Muskel in seinem Innern gegen den Nerven und in seinem Aeußern gegen das Umgebende entgegengesetzt geändert werden. Es erklären sich hieraus alle dauernden Veränderungen der Muskelfaser während des Galvanisirens und nachher, die örtliche Einwirkung des Galvanismus, (Ritter's *Beweis* u. s. w., S. 126,) die positiven und negativen Ketten, (daf., S. 119,) wo die Anhäufung des Sauerstoffs im Innern die Reizbarkeit vermindert; ein Satz, der, ungeachtet seines völligen Widerspruchs gegen den Girtannerschen, (Gren's *Journal*, B. III, S. 325,) durch alle Erfahrungen bestätigt wird.

Der nothwendige Gegensatz zwischen Leitern und Nichtleitern, nicht nur in so fern dadurch jene überhaupt dargestellt werden, sondern auch in so fern alle electriche Action in ihrer Wechselwirkung besteht, dessen allgemeinste Bedingungen ich vorher entwickelte, läßt sich ins Einzelne und viel weiter verfolgen.

Alle *Leiter zweiter Art* sind um so schlechtere Leiter, je mehr Anziehung zum Sauerstoffe sie haben, je weniger sie davon enthalten. Oeble, Weingeist, Naphthen, sind die schlechtesten, Wasser ein besserer, Säuren die besten Leiter dieser Art. Die Ordnung genau, und besonders nach den Relationen zur Wärme zu bestimmen, mußte ich mir bisher wegen Mangels der nöthigen Geräthschaft versagen, doch hoffe ich, diese Untersuchung nicht schuldig zu bleiben. Vergleichen wir ihre Leitungsfähigkeit

für Electricität, so verhält sie sich ganz eben so, nicht nur für Gasarten, sondern auch für Oehle und Säuren. *)

Ganz entgegengesetzt bewiesen sich mir die *Leiter erster Klasse* in ihrer Folge auf einander. Zu dieser Untersuchung liefs ich aus allen Metallen, die ich überhaupt und so gebildet erhalten konnte, krumm gebogene Stücke von einer Linie im Durchmesser gießen, und verband dadurch das Wasser in zwei Gläsern, in welches die goldnen Polardrähte hingen. Bei allen erfolgte die vierfache Gasentwicklung. Ich habe schon im vorigen Briefe gesagt, dafs bei starker Wirkung der Batterie durch mehrere solche Verbindungen zugleich die Gasentwicklung erfolgen mufs. Sogar durch mehrere Reihen von Gläsern, einerlei ob die Drahtverbindungen Einer Art oder verschieden, läfst sich diese Gasentwicklung, wenn gleich durch jede Verdoppelung geschwächt, doch ununterbrochen fortsetzen. Ist hingegen die Wirkung schwächer, so erfolgt sie nur durch den stärkern Leiter, oder vielmehr, ich nenne den Leiter stärker, durch welchen sie erfolgt, mit demselben Rechte, warum ich jede Wirkung, die eine andere aufhebt, stärker nenne. Völlig bestimmt erwies sich hier folgende Reihe, mit Ausnahme des Quecksilbers und der Verbindung des Zinks und Braunsteins. Jenes schien in manchen

*) Morgan's Vorlesungen über die Electricität, Leipzig 1798, S. 169, 163, 171.

Combinationen stärker, in manchen schwächer zu seyn, als nach dem ihm hier gegebenen Platze. Der Braunstein konnte nur durch Aneinanderlegen zweier Stücke geprüft werden. Ich habe übrigens alle Combinationen versucht. In der folgenden Reihe fange ich mit dem schwächsten Leiter an, und endige mit dem stärksten.

Gold	
Silber	
(Quecksilber)	
Kupfer	
Messing	
Zinn	
Blei	
Eisen *)	
Magnet **)	
Braunstein	***)
Zink	

*) Das Eisen scheint durch langes Liegen in der Kette magnetisch zu werden. Wer im Besitze einer Coulombschen Drehwage ist, kann darüber bald entscheiden. A.

**) Die verschiedne Oxydirbarkeit der Pole des Magnets, die ich vor 2 Jahren bekannt machte, (A. III, 59,) und im vorigen Jahre auf andere Art bestätigte, (A. V, 394,) läßt sich durch Aufgüsse und in Aufgüssen von Kressensamen sehr sichtbar machen. Nach einer Nacht ist schon der Südpol schwarz oxydirt, der Nordpol des Magnets noch glänzend. Ich weiß nicht, ob es Wirkung des gebildeten Eisenoxyds ist, aber die Samen keimen gar nicht, und werden schnell schwarz und übelriechend. A.

***). Kohlen scheinen, in ihrer Art zu leiten, Ana-

Betrachte ich diese Reihe genau, so ist sie mit der Sauerstoffreihe völlig übereinstimmend. Es folgt daraus, *dass die Leitungsfähigkeit der Leiter erster Klasse im directen Verhältnisse, dagegen die Leitungsfähigkeit der Leiter zweiter Klasse im umgekehrten Verhältnisse ihrer Anziehung zum Sauerstoffe steht.* Die Zusammenstellung mit den electricischen Erfahrungen wird wegen des Mangels einer nöthigen Menge von Beobachtungen in Hinsicht dieser ungewisser. Und wie viel ist electrifizirt worden seit Guericke!

Priestley *) stellte einige brauchbare Versuche an: er sah, welche Drähte aus verschiedenen Metallen durch electricische Schläge geschmolzen wurden. Unter fünf Metallen: Eisen, Messing, Kupfer, Silber und Gold, wurde immer nur der

logie mit der Muskelfaser zu haben; sie geben als Zwischenleiter oft gar kein Gas. Küchenkohlen leiten besser als Schmiedekohlen; dies scheint der Priestleyschen Bemerkung, dass Kohle durch Glühen in verdeckten Gefässen an Leitungskraft für die Electricität zunehme, (*Journal de Phys.*, T. II, 1773, p. 89—97.) entgegen.

*) *Geschichte der Electricität*, Berlin 1772, S. 487. Morgan, (*Annal. de Chimie*, T. 34, p. 99,) irrt, wenn er Zinn und Blei dem Eisen nachfolgen lässt. Vergleichende Versuche hat Priestley nicht angestellt, doch fand er bei der Vergleichung zwischen Blei und Zinn, ganz übereinstimmend mit dem Uebrigen, dass Blei eher als Zinn geschmolzen sey.

A.

oxydirbare unter der nöthigen Vorſicht zerſtört; ein ſicheres Zeichen, daß er die ſtärkere Durchwirkung beider erfuhr, und wiederum vollkommene Uebereinstimmung mit dem Galvanismus.

Diese Uebereinstimmung zeigte sich mir auch bei einigen andern Stoffen, und unter Umständen, die bisher noch zweifelhaft schienen. In der *Lichtflamme* schlagen wirklich eben so wie die electrischen, auch die galvanischen *Funken* weiter. Ich habe sie so an Batterien sichtbar gemacht, wo ich sie sonst unter keiner Beleuchtung wahrnehmen konnte. Die Funken waren einzeln, und zeigten mir gar nichts Auszeichnendes von den electrischen; auch waren sie ungefärbt. Der Versuch hat viel Angenehmes für das Auge, und das Licht im Lichte etwas Auszeichnendes.

Der *Oisani* war mir in Rückſicht ſeiner electriſchen und galvanischen Leitung beſonders deſwegen merkwürdig, weil er wegen der von Haüy *) an ihm beobachteten Leitungsfähigkeit für Electricität, ungeachtet ſeiner Durchſcheintheit, die einzige Ausnahme von meinem Geſetze, (*Ann.*, V, 471,) machte. Ich fand ihn in der galvanischen Kette als Nichtleiter, und finde ihn auch in der electriſchen Kette als Nichtleiter wieder. Meine Methode, dieſes aufzuſuchen, ſcheint mir Vorzüge vor den bisherigen, und ſo auch vor der Haüyſchen zu haben;

*) *Journal des Mines*, No. 28, p. 273 u. 274. 4,

ich theile sie daher hier mit. Haüy fällte eine Glasröhre von 17 Linten Länge mit kleinen Oisannitkrytallen, und sah, indem er sie an den ersten Conductor legte, ob er Funken daraus ziehen konnte. Wie leicht war hier ein Ueberschlagen möglich! Ich legte einen Haufen Oisannitkrystalle, die ich der Güte des Hrn. Hofr. Blumenbach's dankte, auf den geriebenen Kuchen eines Electrophors, und den Deckel an die eine Seite dieses Haufens auf das Electrophor. Jetzt verband ich durch meine Hand die Schüssel mit der andern Seite des Oisannithäufchens, nahm dann den Deckel auf; er war aber nicht geladen. Ich halte diese Methode, die Nichtleiter aufzufuchen, besonders deswegen für vorzüglich, weil hier die electriche Entgegensetzung nur unter der Bedingung einer Leitung entstehen kann.

Die Uebereinstimmung zwischen den electricen und galvanischen Erscheinungen in ihren Hauptmomenten, hier in ihren Leitern, in ihren Wirkungen, (zweiter Brief,) in ihrer Entstehung, (erster Brief,) nachgewiesen, zeigt sich auch in dem grössten der atmosphärischen Phänomene. Ich sah völlig erschöpfte Voltaische Säulen während eines Gewitters mit erneuerter Kraft wirken. Auch der verschlungene, überhaupt wahrscheinlich gänzlich verschiedene Galvanismus des thierischen Körpers gewinnt dadurch neues Leben. — Also wäre mit dem Galvanismus nichts gewonnen? — So viel, daß jetzt

die bisherigen electricischen Erscheinungen nur eine kleine Abtheilung der ganzen Sphäre galvanischer Constructionen füllen, daß man sogar, wenn von den wichtigern größern Ansichten es bestimmt werden sollte, lieber jene von diesen, als diese von jenen den Namen tragen lassen müßte. Ist die Uebereinstimmung bewiesen, so ist der Sache das Ihre geschehen, den Namen aber mag bestimmen, wer Freude darin findet.

II.

CHEMISCHE BEMERKUNGEN

über

die electriche Säure, (l'offielettrico,)

von

L. BRUGNATELLI,

Professor der Chemie zu Pavia. *)

Die Physiker schwankten bisher in ihren Meinungen über die Natur der electriche Flüssigkeit von Hypothese zu Hypothese. Einige hielten sie für homogen mit dem Wärmestoffe; andere für eine Modification des Wärmestoffs. Die Stahlische Schule erklärte sie für identisch mit dem Phlogiston, oder wenigstens für sehr reichhaltig an Phlogiston. Nach Henry ist sie Feuer und Phlogiston zugleich, nur in verschiedenen Rückichten; im Zustande der Ruhe nämlich das Phlogiston und im bewegten Zustande das Feuer. Einige wenige Physiker haben die electriche Flüssigkeit für eine Säure erklärt. Gardiner hat diese Meinung angefochten und sich bemüht durch sinnreiche Versuche zu beweisen, dass sie eine Verbindung des Wärmestoffs und des Wasserstoffs sey. Das Resultat mehrerer Arbeiten, die ich vor kurzem über diesen Gegenstand unternom-

*) Aus dessen *Annali di Chimica*, 1800, Tom. XVIII, S. 136 u. f. w., ausgezogen von Herrn Professor Erman in Berlin. d. H.

men habe, bestimmte mich, anzunehmen, das electriche Fluidum sey von allen übrigen bis jetzt bekannten specifisch verschieden, und bilde eine *eigenthümliche Saure*, die ich nach meiner Nomenclatur *Offielectrico*, (*electriche Saure*,) nenne. Diese Säure hat folgende Charaktere.

Die electriche Säure ist eine Flüssigkeit, die an unendlicher Feinheit dem Wärmestoffe und dem Lichtstoffe gleich kömmt. Sie ist expansiv, hat einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, der sich dem des Phosphors nähert, und einen sauren stechenden Geschmack, und sie reizt und entzündet die Haut; eine Entzündung, die sehr leicht durch Anwendung einer verdünnten Auflösung des Ammoniums gehoben wird. Auf einer Stelle, die von Oberhaut entblößt ist, bringt die electriche Säure ein Brennen hervor, wie es jede andere Säure thun würde. Sie röthet die blaue Lackmustinctur, doch nimmt nach zerstreuter Electricität die blaue Flüssigkeit ihre vorige Farbe wieder an. Sie dringt in die Metalle mit mehr oder weniger Leichtigkeit, nach ihrer verschiedenen Natur. Wenn die electriche Säure in strömende Bewegung gesetzt wird, (*quando l'offielectrico è in moto*,) löset sie die Metalle selbst auf, so wie das Wasser ein Salz auflöset, und hat dabei die Eigenschaft, die aufgelösten Metalle in sehr große Entfernungen mit sich fortzuführen, und zwar durch die Substanz mehrerer anderer Körper hindurch. Die electriche Säure ist im Wasser auflösbar; in einer solchen Auflösung

oxydiren sich die meisten Metalle auf Kosten des Wassers, welches in diesen Fällen mit Erzeugung von Wasserstoffgas zersetzt wird, wie es Volta und Nicholson bemerkt haben. Die erzeugten Metalloxyde verbinden sich aber, meinen Versuchen gemäß, mit der electricischen Säure, und bilden so *electricische Säure Metalle*, (*Offioletrati*.) Das *electricische Kupfer* hat eine schöne grüne Farbe und ist durchscheinend; das *electricische Zink* ist dunkelgrau; das *electricische Silber* ist weiß und durchscheinend; das *electricische Eisen* ist gelblich roth und opak. Die electricischen Metalle sind im Wasser unauflöslich, ihre auffallendste Eigenschaft ist aber die, daß sie von der electricischen Säure durch das Wasser hindurch zu ansehnlichen Entfernungen fortgerissen werden und daß sie sich dann auf dargebotene heterogene Metalle in Gestalt salinischer Krusten niederschlagen, die bald irreguläre Anhäufungen, bald auffallend regelmässige Krystallisationen bilden. *)

*) Was im vorigen Aufsatze, S. 268, gegen die Einführung einer neuen, sogenannten *electricischen Säure* in das Lehrgebäude der Chemie erinnert wird, scheint mir sehr gegründet zu seyn. Ich weiß überdies nicht, ob sich ein Stoff möchte denken lassen, der mit allen den wunderbaren Eigenschaften begabt wäre, die Brugnatelli von seiner electricischen Säure ausagt, welche zugleich alle Eigenschaften der (doch bloß hypothetischen) Lichtmaterie und einer darstellbaren Säure, gleich der Schwefelsäure, in sich ver-

Die Thatfachen, die ich hier in gedrängter Kürze anführen will, werden mehrere dieser Charaktere der electrischen Säure bestätigen. Die Versuche wurden mehrere Mal wiederholt, und zwar in Gegenwart und mit Hülfe vieler geübter Chemisten, und unter andern meines theuren und berühmten Collegen Volta's, der über diesen nämlichen Gegenstand eine Reihe von Versuchen angestellt hat, deren Resultate baldigst in den nächst folgenden Hefen dieses Journals dem Publico mitgetheilt werden sollen. *)

In meinen Versuchen habe ich den Apparat angewendet, den Volta den *Becherkreis* nennt, (*Corona di tazze.*) **) Ich stellte ihn ungefähr so zusammen, wie Taf. V, Fig. 2, zeigt. Im Becher A hing eine kleine viereckige Zinkplatte, welche an einen messingenen Draht gelöthet war, (Fig. 3,) dessen entgegengesetztes Ende in den benachbarten Becher hinabhing. Die punktirte Linie zeigt die Zusammenstellung der Reihe von Bechern, welche alle, ungefähr 50 an der Zahl, mit Salzwasser angefüllt waren. Die metallenen Leiter waren so gestellt, daß der Zink dem Messing vorherging, (also Zink, feuchter Leiter und Messing.) Der erste

einigen, und obenein noch die Wunderkraft haben soll, aufgelöste Metalle durch andere Körper hindurch in grossen Entfernungen mit sich fortzureissen.

d. H.

*) Und eben so in diesen Annalen.

d. H.

**) Vergl. *Annalen*, VI, 345.

d. H.

und letzte Becher wurden vermittelst eines starken Drahts *C C* verbunden, um den Kreis zu schliessen und der electricischen Säure ihre Strömung zu geben. *)

Ausgezeichnete Krystallisationen durch die electricische Säure in mehrern Metallen hervorgebracht.

1. Der Apparat wurde, wie Fig. 5, zusammengestellt. Die vier Becher *A, B, C, D*, enthielten Brunnenwasser. Von *A* ging ein starker Silberdraht nach dem Becher *B*; in *B* hing das eine Ende eines starken Golddrahts, dessen entgegengesetztes Ende in *C* hinabreichte, und von *C* nach *D* ging ein feiner kupferner Streifen, der den Kreis schloß. **) Der Apparat bestand aus 40 Bechern, und hatte nur eine mittelmässige Kraft. Die Temperatur der Atmosphäre war $+ 6^{\circ}$.

2. Nach Verlauf von drei Tagen war die Oberfläche des goldenen Drahts in *B* mit kleinen glän-

*) Folglich scheint *A*, (Fig. 2,) der wahre Zinkpol, *B* der wahre Messingpol der Batterie gewesen zu seyn, (*Ann.*, VIII, 168, Anm.,) und mithin das Drahtende im Becher *B* wie der Draht vom Zinkpole und das Drahtende im Becher *A* wie der Draht vom Messing- oder Silberpole der Batterie gewirkt zu haben. d. H.

**) Alle diese Drähte scheinen, aus Gründen der vorigen Anmerkung, an ihrem vordern Ende nach *A* zu, wie gleichartige Drähte vom wahren Silberpole, und an ihrem hintern Ende nach *D* zu, wie gleichartige Drähte vom wahren Zinkpole einer Zink-Silber-Batterie gewirkt zu haben. d. H.

zenden durchscheinenden Punkten befäet; an diesem Drahte hatte während des Versuchs keine merkliche Gasentwicklung statt gefunden. Der silberne Leiter in dem nämlichen Becher hatte sich mit einer gräulichen Substanz überzogen. Das andere Ende des goldenen Drahts in *C* zeigte nichts fremdartiges auf seiner Fläche. Das Ende des silbernen Drahts in *A* war aber mit kleinen facetirten sehr glänzenden KrySTALLen ganz bedeckt.

3. In einem andern Versuche, wo in *D* ein silberner Streifen von 3 Linien Breite, und ihm gegenüber im nämlichen Becher mit Wasser ein Streifen metallische glänzenden Messinges hing, der den Kreis schloß, bedeckte sich dieser Messingstreifen in zwei Tagen mit einigen tausend sehr glänzenden und regelmässigen KrySTALLen von electrischsaurem Silber.

Werden *A* und *B* durch einen Silberdraht und *B* und *C* durch einen starken metallischen glänzenden Stahldraht verbunden, so findet man nach drei Tagen und eher das Ende des Stahldrahts in *B* mit sehr glänzenden KrySTALLen bedeckt. Dabei senken sich weisse lang gezogene, cylindrische Wolken vom silbernen Leiter herab, die auf dem Boden des Becherglases sich sammeln, und dort eine schwarze Farbe annehmen. Diese Substanz ist reines Silber, äusserst fein zertheilt, wie man es durch Reibung mit dem Polirstahle wahrnimmt, wo der vollkommene Metallglanz sich augenblicklich zeigt. Das nämliche Ende, welches die weisse Wolke hergiebt, zeigt auch die eben erwähnten KrySTALLe und entwi-

ekelt etwas Gas; die gegenüber stehende Stahlspitze giebt aber kein Gas, auch sieht man sich nichts ansetzen, welches vom Eisen herrührte. Das andere Ende des Stahldrahts in C wird dagegen ganz mit kleinen sehr zahlreichen Wärzchen einer gelblich rothen Substanz bedeckt, wovon auch noch ein Theil sich an den Boden des Gefäßes ansetzt.

5. Dieselben Silberkryrstalle sah ich auf einem Platindrahte sich bilden, der mit dem Silber in Einem Glase hing. Es häufte sich auch auf dem Platindrahte eine schwarze Substanz an, die in langen Strichen vom Silber herabfiel, und ebenfalls reines Silber war, wie in 4, welches der electriche Strom dem Platindrahte zugeführt hatte. — 6. In einem analogen Versuche sah ich das Silber auf dem Platin ganz mit Metallglanze anschleissen.

7. *Chemische Charaktere des electrichsauren Silbers.* Die durchscheinenden Kryrstalle, welche sich auf dem Silber selbst, oder auf andern Metallen durch die Gegenwart des Silbers bilden, sind theils von unbestimmter Figur, theils regelmässig gebildet. Ihrer Gestalt nach sind sie längliche Prismen mit sechsseitigen Zuspitzungen, die sehr regelmässig angeschossen sind und das Licht sehr stark brechen. Diese Kryrstalle sind unschmackhaft, knirschen zwischen den Zähnen, lösen sich selbst im kochenden Wasser nicht auf, verlieren in der Wärme ihr Kryrstallisationswasser und zerfallen alsdann zu einer undurchsichtigen, schneeweissen,

pulverartigen Masse, an der keine Spur von Kry-
 stallisation mehr wahrzunehmen ist. Sie zerfallen
 auch an der Luft ohne Beihülfe der Wärme, vor-
 züglich wenn die Luft sehr trocken ist, bei hoher
 Temperatur. Sie lösen sich ganz, mit heftigem
 Aufbrausen, in Salpetersäure auf, und diese Effer-
 vescentz findet ebenfalls statt, wenn auch die Kry-
 stalle bereits zerfallen sind. Die salpetersaure Auf-
 lösung war vollkommen durchsichtig und durch die
 Alkalien zersetzbar, wobei sie einen sehr häufigen
 Niederschlag von Silberoxyd gab, welches sich in
 allen Säuren, die Salzsäure nicht ausgenommen,
 auflöste. Ich habe bis jetzt noch nicht das Gas un-
 tersucht, welches beim Aufbrausen in der Salpeter-
 säure, in der Salzsäure und in den andern Säuren
 fortgeht. Ich glaube aber, nicht ohne Grund, daß
 es kein kohlensaures Gas ist, da sich die Kryalli-
 fication selbst auf Silberdrähten bildet, die in Kalk-
 wasser getaucht, der electricen Wirkung ausge-
 setzt werden, (ein Versuch, den ich anstellte, um
 den Verdacht zu entfernen, daß vielleicht Kohlen-
 säure aus der Atmosphäre sich durch die Flüssigkeit
 hindurchzöge und bei den Phänomenen concurrirte.)
 Man könnte vermuthen, daß dieses Gas eigenthüm-
 licher Natur ist, wenn es vielleicht nicht gar die
 electriche Säure selbst ist, welche frei zum Vor-
 schein kömmt. Diese Fragen werden bald durch
 Volta beantwortet werden, da er sich diesen Au-
 genblick mit der Untersuchung der verschiedenen
 Gasarten beschäftigt, die durch die Einwirkung

der electrifchen Säure auf verschiedene Substanzen hervorgebracht werden.

8. *Electrifchfaures Zinn.* Als ich Zinn statt des Silbers anwendete, erhielt ich Kryftalle, die denen des electrifchfauren Silbers nicht unähnlich waren. Auch diese schossen auf verschiedenen Metallen an, unter eben denselben Umständen, unter denen das Silber es that. Sie waren auch glänzend durchscheinend, und mit Aufbrausen in den Säuren auflöslich, aus welchen niedergeschlagen, sie einen weißlichen Zinnkalk gaben.

9. *Electrifchfaures Eisen.* Ich erhielt auch glänzende Kryftalle, als ich in dasselbe Becherglas Eisen und Messingdraht, (letztern statt des Silbers,) brachte. Die unendlich vielen Kryftalle, womit sich hierbei der Stahldraht bedeckte, waren vollkommene Würfel, welche Durchsichtigkeit und Auflösbarkeit in den Säuren zeigten. Die salpeterfaure Auflösung gab mit blaufaurem Kalke einen blauen Niederschlag. Diefem zufolge könnte es zweifelhaft scheinen, ob die Kryftalle, die man in Versuch 4 erhielt, Eisen oder Silber, oder eine Mischung von beiden waren. Ich brachte daher in das Gefäß *B*, (Fig. 4,) einen starken Draht von Stahl, dessen anderes Ende in *C* hing. Beide Becher *B* und *C* waren mit äußerst reinem blaufauren Kalke angefüllt. Der Becher *B* war mit *A* und so mittelbar mit dem ganzen Apparate durch einen silbernen Draht verbunden, und das Gefäß *C* schloß den Kreis durch einen goldenen Draht. Nach 24 Stun-

den hatte sich das Ende des Stahldrahts in *B* mit glänzenden SilberkrySTALLen bedeckt, ausgenommen an der äußersten Spitze, wo sich ein blauer Flocken gebildet hatte. Im Gefäße *C* hatte sich nach 2 Stunden der Stahldraht mit einer starken Rinde von sehr schönem Berlinerblau überzogen, und diese nahm nachher immer mehr und mehr zu, und strömte in langen Fäden hier und da von der Spitze aus.

Bei Wiederholung dieses Versuchs, füllte ich die Gefäße *B*, *C*, statt des blausauren Kalks, mit einer in der Kälte bereiteten Auflösung der Galläpfel. Das Ende des Stahldrahts in *B* hatte sich in 24 Stunden etwas braun gefärbt, das andere Ende in *C* aber war mit einer vollkommen schwarzen häufigen Rinde umgeben, die das Papier wie die beste Tinte färbte. In diesem Gefäße lag auch auf dem Boden ein sehr häufiges Sediment von Gerbestoff.

Anmerkungen.

Um die erwähnten KrySTALLisationen durch die electriche Säure zu erhalten, ist es nothwendig, die Oberfläche der Metalle vollkommen zu reinigen; auch darf man die Metalle vorher nicht dem Durchströmen der electriche Flüssigkeit etwas lange ausgesetzt haben, weil sie, wie ich finde, dadurch minder fähig werden, jene KrySTALLisationen hervorzubringen. Eine andere Bedingung ist, daß das Einströmen der electriche Flüssigkeit nur mit mäßiger Geschwindigkeit geschieht; denn Volta ver-

sichert, die regulären KrySTALLISATIONEN nie mit feinen sehr wirksamen Apparaten erhalten zu haben. Zu ihrer Erzeugung werden 2 und mehrere Tage erfordert; auch muß ich hinzufügen, daß ich die KrySTALLISATIONEN nie früher und schöner entstehen sah, als wenn die Sonnenstrahlen gerade den Apparat recht ungehindert trafen.

Reine electrische Säure oxydirt nie ein Metall an und für sich; sie thut es nur, wenn sie im Wasser aufgelöst ist. In dieser Rücksicht ist die Analogie mit den übrigen Säuren vollkommen, in so fern diese auch kein Metall auflösen oder angreifen, wenn sie ganz wasserfrei sind; denn in diesem Zustande enthalten sie nur den Sauerstoff, (*Ossigeno*,) und nicht den mit einem Antheile von Wärmestoff bereits chemisch verbundenen Sauerstoff, (*Termossigeno*;) durch den Sauerstoff allein kann aber kein Metall oxydirt werden. Arsenik, Molybdän, Kobalt u. s. w. verbinden sich mit dem reinen Sauerstoffe, (*Ossigeno*,) nur, wenn sie vorher mit der concreten Basis des Sauerstoffgas, (*Termossigeno*, Verbindung des Sauerstoffs mit Wärmestoff,) vereinigt, und so in Oxyde verwandelt worden sind, (*combinati alla base concreta dell' aria pura, termossigeno, e convertiti in termossidi*.) Die Wirkung der Säuren bezieht sich lediglich auf die Zersetzung des Wassers, worin sich die Metalle befinden; vom Wasser erhalten die Metalle den mit Wärmestoff verbundenen Sauerstoff, (*Termossigeno*,) der sie oxydirt, und der andere Bestandtheil

des Wassers, (*Flogogeno*, Wasserstoff,) erscheint als Gas. Die Metalloxyde verbinden sich sehr leicht mit den Säuren, und bilden mit diesen vollkommene Salze. Wenn aber die Säuren einen großen Antheil von bereits mit Wärmestoff verbundenem Sauerstoffe, (*Termossigeno*,) enthalten, so sind sie fähig, die Metalle leicht zu oxydiren, wie wir es bei der überlauren Salzsäure sehen, (*Ossimuriatico termossigenato*,) und bei der Salpetersäure, (*Acido nitrico, Ossiseptonico Brugnatelli*;) denn die letztere besteht, unsrer Analyse zufolge, aus oxydirtem Stickstoffe, (*Ossido di septone*,) und Sauerstoff mit Wärmestoff chemisch verbunden, (*Termossigeno*.) Nun aber oxydirt die electrische Säure die Metalle gerade wie alle andere Säuren es thun, die beiden vorerwähnten ausgenommen, auf Kosten des zersetzten Wassers. Da aber hier und da in einigen Gefäßen des Becherapparats Metalle durch die electrische strömende Säure oxydirt werden, ohne daß irgend ein Gas erzeugt wird, so muß in diesen Fällen die Oxydation einen andern Grund haben.

Volta brachte *Quecksilber* in einer gebogenen Röhre im electrischen Kreise so an, daß das Quecksilber die Krümmung der Röhre bis zu *DD* anfüllte, (Fig. 5.) Die beiden Schenkel *A* und *B* wurden mit reinem Wasser angefüllt, und in dieses durch zwei Golddrähte, die bis zur Stelle *EE* in das Wasser hinabreichten, mit dem Becherapparate in Verbindung gesetzt. Sobald nun durch Schließung des Bogens *CC* die electrische Säure in einen Kreis-

lauf gebracht wurde, sah man eine große Menge Gasblasen an der Oberfläche des Quecksilbers im Schenkel *A* mit einer sehr merklichen und unaufhörlichen Bewegung entstehen, während im andern Schenkel *B* die Fläche des Quecksilbers, ohne irgend ein Gas zu geben, sich zusehends mit einer schwärzlichen Substanz bedeckte. Ich habe ein analoges Phänomen bei den meisten Metallbogen wahrgenommen, die zwischen zwei Bechern des Apparats die Verbindung ausmachten, vorzüglich wenn sie von Stahl waren; ihre Oberfläche bedeckte sich mit sehr häufigen gelblich rothen Wärzchen, (*Bottoncini*,) an dem Ende des Bogens, wo nie eine Gasbildung statt fand.

Meine Vermuthung ging gleich anfänglich dahin, daß die electriche Säure, so wie sie im Schenkel *A* entsteht, sich unmittelbar mit dem Quecksilberoxyd verbindet, und es so im Zustande eines Salzes durch die Substanz des Quecksilbers mit sich führt, um es auf die entgegengesetzte Fläche des Quecksilbers in *B* wieder abzusetzen, wo der Strom das Wasser erreicht und sich wieder zersetzen muß, so daß an dieser Stelle keine Oxydation auf Kosten des Wassers geschähe. Aber anzunehmen, daß ein Quecksilbersalz die Substanz eines Metalles durchdringen könne, schien etwas zu gezwungen. Volta glaubt, daß im angeführten Versuche die electriche Säure, dadurch, daß sie das Wasser im Schenkel *A* zersetzt hat, hier übersäuert wird, (*fermosigeni*,) und daß die so oxygenirte electri-

sche Säure, (*Offielettrico termossigenato*,) beim Herausströmen aus dem entgegengesetzten Ende der Quecksilberfäule in *B* das Metall, indem sie sich zersetzt, dort oxydire. Diese Meinung scheint mir wahrscheinlicher als die meinige.

Ich habe die Verwandtschaft der electricischen Säure zum gewärmstofften Sauerstoffe, (*Termossigeno*,) in mehreren Fällen bereits wahrgenommen, am auffallendsten aber durch die Eigenschaft, die sie hat, einige Metallkalke zu entoxydiren und sie regulinisch wieder herzustellen. Priestley machte schon die Beobachtung, daß electricische Funken das Sauerstoffgas verderben, und als phlogistificirende Substanz, (nach dem damaligen Sprachgebrauche,) wirken. Diese Erscheinung hängt aber von der Verbindung der electricischen Materie mit der Basis des Sauerstoffgas ab, (*il termossigeno base dell' aria pura*.) Durch eben diese Verwandtschaft der electricischen Säure müßte sich nun auch die Bildung der Salpetersäure, die statt findet, wenn die electricische Säure auf das nitröse Gas, (*Offido di septone, Gas nitroso*,) wirkt, erklären, da es bis jetzt keinem Physiker hat gelingen wollen, eine genugthuende Aetiologie dieses Phänomens zu geben.

Wenn man aber auch in diesem Falle nicht zugeben wollte, daß die electricischsauren Metalle durch die Substanz eines Metalles dringen können, so bleibt es doch an und für sich gewiß, daß in mehreren Fällen die electricische Säure die Kraft hat, die Metalle äußerst fein zu zertheilen und sie in

diesem Zustande der beinahe unglaublichen Zartheit ihrer Theilchen mit sich durch alle Substanzen fortzuführen, die für die electriche Säure selbst nicht undurchdringlich sind, ohne dafs dabei diese Metalle ihre Natur merklich veränderten. Der eigenthümliche Geschmack, den zwei heterogene Metalle bei Schliessung des galvanischen Kreises erregen, scheint mir von einer besondern Verbindung der electriche Säure mit dem Metalle herzurühren: denn einmahl kann ja meines Erachtens eine und dieselbe electriche Säure nicht zwei so ganz verschiedene Geschmacksempfindungen erregen, je nachdem sie dem thierischen Organe zugeführt oder entzogen wird; und zweitens ist bei diesem Versuche der eigenthümliche metallische Geschmack gar nicht verkennbar, vorzüglich wenn man die Kette an der Zunge mit Gold und Zink, Silber und Zink, Zink und Kupfer, oder umgekehrt schliesst.

Das Gold und das Platin sind die einzigen Metalle, die ich bei meinem schwachen Becherapparate nicht habe oxydiren können. Sehr oft aber hat sich das Silberoxyd eines Leiters auf das Gold oder das Platin niedergeschlagen und ihre Oberfläche sehr zart versilbert; eben so überzog sich das Gold mit Quecksilber im Schenkel *B*, Fig. 5, ob es gleich im Wasser hing und von der Oberfläche des Quecksilbers um mehr als 6 Linien entfernt war. In andern ähnlichen Versuchen sah ich das Gold und das Silber sich mit Zink und mit Kupfer belegen,

als sie sich in gemeinschaftlichen Bechern des Apparats einander gegenüber befanden.

Mein Voratz war, in dieser Abhandlung einige chemische Eigenschaften der electricen Säure zu bestimmen, ohne die merkwürdigen Erscheinungen zu berühren, die zum Gebiete der Physik und der Physiologie gehören, und die von unserm Volta umständlich abgehandelt, nächstens sollen öffentlich bekannt gemacht werden.

III.

BEOBACHTUNGEN

über die Gaserzeugung in den einzelnen
Ketten galvanischer Batterien,

VON

HUMPHRY DAVY. *)

1. **A**us den zahlreichen Versuchen, die bisher mit galvanischen Batterien angestellt sind, ist bekannt, daß, wenn Wasser mittelst Drähte in die Kette einer Zink - Silber - Batterie gebracht wird, sich an der mit der Zinkseite verbundenen metallischen Spitze gleichförmig *Sauerstoff*, dagegen an der Metallspitze des Silberendes der Batterie *Wasserstoff* entbindet. **) *Sollte sich nicht dasselbe in jeder der einfachen Ketten ereignen, welche zusammen die Batterie bilden?* das heißt, sollte nicht in den Berührungsflächen jedes Plattenpaares der Batterie mit dem durchnäßten Tuche, sich auf die Zink-

*) Zusammengezogen aus Nicholson's *Journal*, Vol. 4, p. 396 und p. 527. Seit kurzem ist Davy bei der *Royal Institution* in London angestellt.
d. H.

**) Dies ist nach der Nicholson'schen Construction der Voltaischen Säule zu verstehen, wo, was man die Zinkseite nennt, der wahre Silberpol, und was man die Silberseite nennt, der wahre Zinkpol der Säule ist. Vergl. S. 163.
d. H.

platte Sauerstoff absetzen, und an jeder Silberplatte Wasserstoff entbinden?

In Hoffnung, hierüber Aufschluß zu erhalten, verband ich 20 Gläser voll Quellwasser, nach Volta's Art, zu einer galvanischen Batterie, indem ich in jedes Glas eine Zink- und eine Silberplatte, die sich nicht berührten, setzte, und in je zwei nächsten Gläsern die Zink- und Silberplatte durch Kupferdrähte verband. Sie gab schwache Schläge, und als ich das Wasser der Endgläser durch einen Silberdraht in leitende Verbindung brachte, zeigten sich die gewöhnlichen Phänomene. Es setzte sich an den Draht in dem Glase, welches das Silberende der Batterie enthielt, Sauerstoff an, und das Drahtende im Glase, worin sich das Zinkende der Batterie befand, stieß Wasserstoffgas aus. *)

*) Da die Batterie aus folgender Reihe bestand: *W. S., Z. W. S Z. W. S., Z. W.*, so lag, (aus den *Annal.*, VIII, S. 168, Anmerk., entwickelten Gründen,) der wahre Zinkpol nach der Seite hin, wo die Kette mit Wasser und Silber anfing, und der wahre Silberpol nach der Seite, wo sie sich mit Zink und Wasser endigte. Wurden daher das erste und letzte Glas durch einen Draht verbunden, so mußte das Drahtende im ersten Glase *W. S.* die Erscheinungen des Drahts vom wahren Silberpole, mithin Oxygenentbindung geben; dagegen das Drahtende im letzten Glase *Z. W.* die Erscheinungen des Drahts vom wahren Zinkpole, also Hydrogenentbindung, wie das auch wirklich der Erfolg war.

Um diese Batterie in allen ihren Theilen gleichförmig zu machen, setzte ich noch in die Endgläser ein durch Draht verbundnes Plattenpaar, so daß nun jedes Glas eine Zink- und eine Silberplatte enthielt und die Kette so von selbst geschlossen war. Gleich nach dem Schließen war keine besondere Erscheinung wahrzunehmen; nach mehreren Stunden aber fingen die Zinkplatten an, sich an verschiedenen Punkten zu oxydiren, doch ohne Gas zu entbinden, und auch auf den Silberflächen hatte sich kein Gas gebildet, nur bedeckte das sie berührende Wasser sich auf der Oberfläche mit einem weissen undurchsichtigen Häutchen. *)

*) Da nun die geschlossene Batterie durchweg aus homologen Ketten, . . . , Z. W. S., Z. W. S., Z. W. S., Z. W. S., . . . bestand; so liefs sich jedes Glas in derselben gleichmäfsig als ein Gasapparat zur Wasserzerlegung betrachten, worin der Zink die Stelle des Drahts vom wahren Silberpole, das Silber die Stelle des Drahts vom wahren Zinkpole vertrat. Folglich mußte sich der Sauerstoff an den Zinkplatten, als den Drähten vom wahren Silber- oder dem Oxygenpole, und der Wasserstoff an den Silberplatten, als den Drähten vom wahren Zink- oder dem Hydrogenpole, entbinden, (vergl. S. 169,) wie dieses die Versuche wirklich zeigen. Nach dieser Ansicht darf es uns nicht weiter Wunder nehmen, warum nur Silberdrähte und schmale Silberplatten Gas entwickelten, da man weifs, wie sehr Spitzen der galvanischen Gasentwicklung beförderlich sind.

d. H.

2. Die Silberplatten waren nicht vollkommen polirt; vielleicht konnte dieses Einfluss auf das Resultat haben. Damit gewiss kein Gas meiner Beobachtung entginge, glaubte ich überdies den Prozess in verschlossnen Flaschen, denen ich den Boden mit einer Feile so abschnitt, dass er sich leicht wieder ankitten liess, wiederhohlen zu müssen. Ich that in einige dieser Flaschen eine polirte Zink-, in andere eine polirte Silberplatte, jede 1,2 Zoll ins Quadrat, aus deren Ecken Drähte durch die Flasche an den durchschnittenen Stellen gingen, und verkittete darauf alles luftdicht. Vier solche mit Brunnenwasser gefüllte Apparate wurden, umgekehrt gestellt, in eine Batterie voriger Art von 20 Gläsern gebracht. Nach 12 Stunden waren zwar die Zinkplatten angelaufen, ihre Gläser enthielten aber kein Gas; in zweien der Gläser mit den Silberplatten hatte sich ein Gasbläschen gesammelt, das doch zu klein war, um untersucht zu werden. An der Luft besehn, zeigte sich auf diesen und den übrigen Silberplatten stellenweise ein weisses Häutchen, das sich mit leichtem Aufbrausen und ohne ein Wölkchen zu bilden, in Salzsäure auflöste. *)

Da ich auf die Vermuthung kam, dass das Nichterscheinen des Gas in diesen Fällen mit der Grösse der Metallflächen in Verbindung stehe, so vertauschte ich in 3 der Flaschen die vorigen quadratförmigen mit eben so langen, doch nur 0,3 Zoll breiten

*) Vergl. S. 290.

Silberplatten. In der That dauerte es nicht lange, nachdem die Batteriekette geschlossen war, daß Gasbläschen auf ihnen erschienen, und nach 5 Stunden hatte sich Gas genug entwickelt, um es entzünden zu können. — Als ich darauf in eine Batterie von 25 Gläsern 13 einfache Ketten aus Zinkquadraten und länglichen Silberplatten, 0,3 bis 0,1 Zoll breit, construirte, gaben die meisten dieser Silberstreifen gleich nach dem Schliessen Gas, die schmalsten das meiste, und von den 0,1 Zoll breiten stieg selbst ein beständiger Gasstrom auf. Wurden statt einiger der Silberplatten ovale, kreisrunde, oder quadratförmige, die einerlei Oberfläche mit jenen hatten, gebracht, so blieb der Erfolg derselbe. Ueberhaupt gaben die Silberplatten jedes Mahl Gas, gleichviel welches ihre Gestalt war, wofern nur ihre Oberfläche nicht mehr als $\frac{1}{3}$ der Oberfläche der Zinkplatten betrug. Zugleich wurden diese kleinern Silberplatten so gut als die größern, im gewöhnlichen Wasser, nach einer längern Zeit, stellenweise mit einem weissen Häutchen bedeckt. — Brachte man statt der quadratförmigen, längliche Zinkplatten in die Kette, so schienen sie sich schneller zu oxydiren, ohne doch Gas zu geben.

Da die Batterie sich nicht merklich schwächer zeigte, als statt der Silberplatten Silberstreifen genommen waren, so errichtete ich ganz aus Zinkplatten, an welche Silberdrähte befestigt waren, eine Batterie von 27 Gläsern. Mit Brunnenwasser gefüllt, gab diese zwar schwächere Schläge, als eine gewöhnliche

che Batterie von 18; war jedoch die Kette, analog in allen Theilen, geschlossen, so entwickelte sich an allen Drähten, standen sie nicht zu tief unter Wasser, Gas, und die Zinkplatten oxydirten sich langsam. In einem zweiten Veruche mit 30 Gläsern bedeckte sich der Silberdraht, wo er die Oberfläche des Wassers berührte, mit einem weissen Häutchen, und einige nicht tief in das Wasser gehende Drähte bildeten einen leichten weissen Niederschlag.

Alle diese Beobachtungen scheinen zu zeigen, daß die in einer Batterie erzeugte Menge von Wasserstoffgas einigermassen mit der Oberfläche der Silberplatten in verkehrtem Verhältnisse steht. — Verbindet man hiermit die früher von Cruikshank und von mir beobachteten Anzeigen einer Bildung von Ammonium, (*A.*, VI, 363, und VIII, 36,) so muß ich vermuthen, daß, während an allen Zink-Erregern Sauerstoff condensirt wird, sich zwar auch an allen Silber-Erregern wirklich Wasserstoff bildet; dieser aber an größern Silberflächen, mittelst des Stickstoffs der im Wasser aufgelösten atmosphärischen Luft, gänzlich condensirt wird, indess er längs kleinern Oberflächen meist frei in Gasgestalt fortgeht. Vielleicht entstand das weisse Häutchen am Silber durch Zersetzung der talkerdigen Salze, welche im Brunnenwasser aufgelöst sind, durch das sich bildende Ammonium. *)

*) Vielmehr war es wohl, Brugnatelli's Versu.
Annal. d. Physik. B. 8. St. 3. J. 1801. St. 7. X

3. Ob hier wirklich Ammoniak erzeugt wird, suchte ich durch mannigfaltige Versuche mit Batterien von 17 bis 30 Gläsern, deren einige Silberdraht, andere Silberplatten enthielten, auszumachen. Einige Mahl wurde destillirtes Wasser, andere Mahl Brunnenwasser genommen, und beides in einigen Versuchen mit dem Saft aus rothem Kohle, (*red cabbage juice*,) gefärbt. Ohne in das Detail aller dieser Versuche einzugehn, gebe ich hier das Resultat. Der röthliche Saft in den Gläsern wurde nach mehrern Stunden, da, wo er das Silber berührte, grünlich, indess er in der Berührung mit der Zinkfläche keine Farbenänderung litt. *) Im Brunnenwasser bildete sich stets auf der Wasserfläche am Silber ein weißes Häutchen, dergleichen sich in destillirtem Wasser kaum oder gar nicht zeigte, und kam es darin zum Vorscheine, wohl nur einer zufälligen Unreinlichkeit der Gefäße zuzuschreiben war. Ueberdies incrustirten sich die Silberstreifen im Brunnenwasser stets mit einem weissen Stoffe, der sich in

chen gemäß, reines Silber. Vergl. S. 289, 290.

d. H.

*) Cruikshank, der zuerst die Bildung von Ammonium an der Silberseite der Säule vermuthete, glaubte, (*Annalen*. VII, 109,) daß sich an der Zinkseite Salpetersäure erzeuge. Vielleicht lag es bloß an der allzubeträchtlichen Größe der Zinkplatten, daß sich der sie berührende Kohlensaft nicht färbte.

Davy.

Salpetersäure ohne Wolken auflöste, und dergleichen sich nie im destillirten Wasser bildete.

Ein kleines Glas voll liquider salzsaurer Talkerde wurde durch Silberstreifen und thierische Fiber, (damit sich darin kein Sauerstoff entwickeln sollte,) mit einer kraftvollen Batterie in Verbindung gesetzt. Der Streifen entband während einer Nacht sehr viel Gas, und incrustirte sich mit einem weissen Stoffe, der sich in Salzsäure unter leichtem Aufbrausen auflöste. In der Flüssigkeit hatte sich etwas präcipitirt. *)

Diese Resultate sprechen sehr dafür, daß sich an jedem Erreger von Silber in der mit gemeinem Wasser gebildeten Batterie, Ammoniak bildet, und verbunden mit den vorhin erwähnten Beobachtungen, beweisen sie dieses in der That völlig. **) Ob wirklich der Stickstoff der im Wasser aufgelösten atmosphärischen Luft das Agens ist, welches mit dem sich entbindenden Wasserstoffe dieses Ammoniak bildet, werden künftige Versuche im luftverdünnten Raume darthun. ***)

*) Man vergleiche damit Brugnatelli's Versuch S. 289, 290. *d. H.*

**) Wie viel hieran fehlt, beweisen Simon's Versuche in diesem Bande der Annalen, S. 36 f. *d. H.*

***) Es verdient bemerkt zu werden, daß sich Silber im Wasser gleich schnell oxydirt, es sey im luftverdünnten Raume oder in der Atmosphäre, wenn die Säule in der atmosphärischen Luft steht,

4. Da die Kraft der Batterien mit Silberdraht viel geringer ist, als die der Batterien mit Silberplatten; so liefs es sich, wöfern es mit der Ammoniumbildung seine Richtigkeit hat, vermuthen, dafs die gröfsere Lebhaftigkeit derselben an den Platten zu dieser gröfsern Kraft mitwirkt, da dann zu vermuthen stand, dafs, wenn man das Condensiren des sich entbindenden Wasserstoffs an den Silberdrähten beförderte, ebenfalls die Kraft der Batterie erhöht werden würde. Dies war wirklich der Fall, als in eine Batterie aus 13 Gläsern mit Zinkplatten und Silberdraht eine schwache Auflösung von rothem *Eisenvitriol*, *) vermischt mit etwas gewöhnlichem *Eisenvitriol* und Salpetergas, gegossen wurde. Sie wirkte völlig so stark als gewöhnliche Batterien von 20 Gläsern. Der Silberdraht entwickelte hier kein Gas, sondern bewirkte in der Flüssigkeit einen braunen Niederschlag, und die Zinkplatten bedeckten sich schnell mit grünem Eisenoxyd. Andere Metallauflösungen, welche Wasserstoff zu verschlucken und den Zink zu oxydiren vermögen, gaben dieselben Erscheinungen.

5. Wahrscheinlich wirkt jede andere Batterie aus einem leicht und einem schwer zu oxydirenden Metalle auf ihren flüssigen Leiter eben so wie Zink

oder wenn die Zellen einer Batterie Salpeter- oder Schwefelsäure enthalten. Davy.

*) *Read sulphate of iron*, wahrscheinlich Colcotar oder sogenannter calcinirter Vitriol. d. Hk

und Silber. Da aber auch *Eisen* und *Zink*, nach *Haldane's* interessanten Versuchen, *) sehr kräftige Batterien geben, ungeachtet in der Verwandtschaft zum Sauerstoffe das Eisen dem Zink nur wenig nachsteht; so schien es mir der Mühe werth zu seyn, die Einwirkung dieser Metalle auf Wasser zu beobachten. Ich construirte mit Zinkplatten und dünnem polirten Eisendraht eine Batterie aus 16 Gläsern, wovon die eine Hälfte aus liquidem rothen Eisenvitriol, die andere mit Brunnenwasser gefüllt wurde. Wurden die Endgläser durch Zunge und Finger verbunden, so erhielt man schwache Schläge, und als ich sie durch Zink und Eisen schloß, so daß sie in allen Gliedern analog war, entbanden alle Eisendrähte im Brunnenwasser Gas, ohne sich zu oxydiren, und die im Eisenvitriol wirkten wie in 4.

Ich habe mich in der letzten Zeit mehrentheils lauter solcher galvanischer Batterien aus Gläsern mit Zinkplatten, Silber- oder Eisendraht, und Auflösungen von rothem Eisenvitriol oder salzsaurem Eisen bedient. Sie wirken lange Zeit über mit vieler Intensität; schon 6 bis 8 Gläser reichen zu allmählicher Wasserersetzung hin; und läßt die Wirksamkeit nach, weil der Zink sich mit Eisenoxyd überzogen hat, so braucht man nur etwas Säure zur Auflösung hinzu zu tröpfeln, um die vorige Wirksamkeit wieder zu erhalten. **)

*) *Annalen der Physik*, VII, 201. d. H.

**) Eine Batterie aus 8 Gläsern voll liquiden rothen

6. Tröpfelt man in die Gläser einer Batterie aus Zinkplatten, Silberdraht und Wasser, die eben im Wirken ist, Salzsäure in hinreichender Menge, um eine sichtbare Veränderung zu bewirken; so greift sie die Zinkplatten an, und entwickelt an jedem Theile der Zinkflächen Gas, indess die Gasentwicklung an den Silberdrähten nur im Verhältnisse der Kraft der Batterie, Schläge zu ertheilen, zunimmt. Bringt man nur in einige Gläser Salzsäure, so zeigen sie allein diese Wirkung; die Wirkungen in den andern Gläsern werden dadurch nur etwas verstärkt, sonst nicht verändert. — Scheinbar gleiche Wirkungen haben Schwefel-, ja selbst Salpetersäure. — Sonach scheint das Vermögen einer Batterie, Sauerstoff auf ihre Zinkplatten zu condensiren, und Wasserstoff an den Silberplatten zu entbinden, begrenzt zu seyn, und sich durch oxydierende Stoffe nicht über einen gewissen Grad hinaus erhöhen zu lassen. Und daraus müßte man schließen, daß in einer gegebenen Zeit durch eine Batterie lediglich eine gewisse bestimmte Menge des galvanischen

Eisenvitriols, deren jedes Zink und ein Stückchen gut gebrannte Holzkohle, die durch Silberdrähte verbunden wurden, enthielt, gab bemerkbare Schläge und eine lebhafte Gasentwicklung im Wasser, indess eine gleiche Zink-Silber-Batterie viel schwächer wirkte. Man sieht daraus, daß Zink und Kohle jeder Metallverbindung in der galvanischen Kette an Wirksamkeit gleichkommen, ja sie selbst übertreffen. Davy.

sehen Agens zu circuliren vermag, und die Vermehrung der Oxydation über eine bestimmte Grenze hinaus, die Kraft der Batterie nicht weiter erhöht.

Die flüssigen Stoffe, welche die unvollkommenen Metalle am schnellsten oxydiren und zugleich den sich entbindenden Wasserstoff condensiren, geben den galvanischen Metallbatterien die größte Wirksamkeit. Die *Salpetersäure* und die *oxydirte Salzsäure* scheinen unter allen bekannten flüssigen Erregern in der Batterie die kräftigsten zu seyn. Nächst ihnen diejenigen *Metallauflösungen* in Säuren, in denen die Metalle am stärksten oxydirt sind. Dann folgen die *Salzsäure*, die *Schwefelsäure* und die *Neutralsalze* aus diesen Säuren und der *Salpetersäure*. *)

*) Beim Verfolge dieser Untersuchung fand ich, daß sich selbst mehrere der schwer oxydirbaren Metalle mit einander zu galvanischen Batterien verbinden lassen, wenn man zum flüssigen Leiter einen Stoff nimmt, der eins dieser Metalle zu oxydiren vermag. Zehn Gläser mit verdünnter Salzsäure, die durch *Silberplatten* und daran befestigten *Golddraht* zu einer Batterie vereinigt waren, gaben einen starken kaustischen Geschmack und eine schwache Wasserzersetzung. Eine Batterie aus 20 Gläsern, die mit einer schwachen Auflösung von salpetersaurem Quecksilber gefüllt, und durch *Kupferstücke* und *Silberdraht* verbunden waren, wirkte kräftig, und das eine beträchtliche Zeit lang, bis nämlich alles Quecksilber sich auf das Kupfer präcipitirt hatte. Sie gab merkli-

7. Eine Batterie aus Gläsern mit Zinkplatten und Silberdraht voll Brunnenwasser blieb einige Stunden lang stehen, ohne daß die Kette durch Verbindung der Endgläser geschlossen wurde. Es kamen zuletzt einige Gasbläschen an einigen der Zinkplatten, die anliefen, zum Vorscheine, indess sich an den Silberdrähten weder Gas noch irgend eine merkbare Veränderung zeigte.

Wenn ich in eine kräftige Batterie von 27 Gläsern, deren einige mit rothem Eisenvitriol, andere mit Wasser gefüllt waren, und deren Metall-erregere Zinkplatten und Silberdraht waren, statt einer der einfachen Zink-Silber-Ketten einen ein-

che Schläge, und wenn man sie mittelst Gold-drähte mit Wasser in Verbindung setzte, entwickelte sich Sauerstoffgas an der Stelle, (*at the place.*) des Kupfers, und Wasserstoffgas an der Stelle des Silbers. Bei Silber und Gold entstand dagegen Sauerstoffgas an der Stelle des Silbers, und Wasserstoffgas an der Stelle des Goldes. [Also war in der Silber-Kupfer-Batterie Silber der Oxygen-, Kupfer der Hydrogenpol, und in der Gold-Silber-Batterie Gold der Oxygen-, Silber der Hydrogenpol. Vergleiche S. 301 Anm. und S. 170. d. H.] — Bei allen verschiedenartigen Erregern scheint die galvanische Wirksamkeit auf unorganische Körper indess dieselbe zu seyn; denn ich finde, daß die aus dem Wasser entwickelten Gasarten weder der Art nach, noch in irgend einer Eigenschaft verschieden sind, der flüssige Leiter der Batterie mag aus bloßem Wasser, oder aus Säuren, oder aus Metallaufösungen bestehn. Davv.

zigen Metalldraht oder eine Kette aus mehreren andern Metallen setzte, so entband sich stets, was auch ihre Verwandtschaft zum Sauerstoffe seyn mochte, Wasserstoff an denen, welche die Stelle des Silbers einnahmen, und es condensirte oder entwickelte sich Sauerstoff an denen, welche sich an der Stelle des Zinks befanden. *) — Wurden mehrere Silberdrähte mit neuen Gläsern verbunden, ohne daß man die Zahl der erregenden Platten veränderte, so schien die Kraft der Batterie nur sehr wenig verringert zu seyn, und in jedem neuen Glase wurde Gas entwickelt und Sauerstoff condensirt. — Bedeckte man einige der Stellen, wo die Platten und Drähte sich berührten, mit einem Kitte, so blieb die Wirkung dieselbe als zuvor. — Befand sich eine der einfachen Ketten der Batterie unter dem Recipienten der Luftpumpe, in welchem die Barometerprobe nur noch auf 0,6 Zoll stand, so war dadurch gleichfalls die Kraft der Batterie nicht merkbar geschwächt, und der Silberdraht entband Gas.

8. Ich enthalte mich, über diese Thatfachen zu speculiren. Noch ist unstreitig eine Menge neuer Versuche anzustellen, bevor wir die Gesetze werden zu entdecken vermögen, nach welchen eine gegebne chemische Wirkung in der galvanischen Batterie die übrigen analogen Wirkungen erregt und verstärkt. Noch bedarf es mancher neuen

*) Den Grund davon giebt S. 301, Anm. d. H.

Beobachtung, bevor sich nur einmahl wird ausmachen lassen, ob im galvanischen Prozesse wirklich Wasser zersetzt wird. Wollte man dieses behaupten, so müßte man annehmen, daß wenigstens einer der Bestandtheile des Wassers fähig sey, schnell und unsichtbar durch Metalle, durch Wasser, und durch viele organische Körper hindurch zu gehn; eine Annahme, welche mit allen bekannten Thatfachen unvereinbar ist. *) Doch es ist noch nicht lange, daß die Naturforscher mit Staunen bemerk-

*) Bei vielen chemischen Wirkungen, die eine von der andern abhängen, scheint mir, (bemerkt Nicholson bei einer andern Gelegenheit, Vol. 4, p. 473,) einige Entfernung in Raum und Zeit statt zu finden; vielleicht, daß der Strom in galvanischen Batterien uns zu einer Verallgemeinerung und Berichtigung unsrer bisherigen Vorstellungen hierüber führt. Ist es nicht eine ähnliche chemische Thatfache, daß Metallbäume, die aus Säuren während des Auflösens eines andern Metalles niedergeschlagen werden, sich einige Zoll weit vom Orte der Auflösung erzeugen und bilden? Wird z. B. Blei durch Zink in einem langen Glase gefüllt, und der Metallbaum bildet sich gegen Ende des Processes nahe am Boden des Glases, ist da nicht, (die Sache nach der gewöhnlichen Ansicht genommen,) das Blei auch dort in der Auflösung vorhanden, wo sich der Zink auflöst; und warum schlägt sich dann das Blei nicht dort, sondern vielmehr in dem entfernten Theile der Auflösung nieder? “ d. H.

ten, wie feste und flüssige Stoffe neue Arten des Seyns als Gasarten annehmen. Sollten uns nicht die neuen Erscheinungen des Galvanismus zu dem Gedanken berechtigen, daß sich vielleicht binnen kurzem zeigen werde, daß auch diese Gasarten noch neuer Verwandlungen fähig sind und noch in neue unbekannte Zustände überzugehn vermögen?

IV.

VERSUCHE

über die Wirksamkeit verschiedener Metalle und Säuren in ihrer Verbindung zu Voltaischen Säulen.

von

E I N H O F,

Gehülfen in der Seylerischen Hofapothek
zu Zelle.

Die Idee, daß die Verkalkung der Metalle in der Voltaischen Säule wohl die Ursache der in ihr sich entwickelnden Electricität seyn könne, gab mir die Veranlassung, auch aus andern Metallen, als die bisher üblichen, (Zink, Silber, Kupfer,) Voltaische Batterien zu errichten, und darin diese Metalle mit verschiedenen flüssigen Leitern in Verbindung zu bringen, welche das Metall schneller und leichter, als Salzwasser es thut, oxydiren, um die Entwicklung der Electricität dadurch zu befördern.

Die Metallplatten, welche ich zu diesen Versuchen anwendete, hatten insgesammt die Gröfse eines Guldens. Die Pappscheiben waren eben so groß, und wurden nur mäßig angefeuchtet. In einigen Versuchen nahm ich statt ihrer *Kohlenstücke*, welche die Gröfse der Metallplatten hatten; die Stärke der Batterie wurde dadurch aber nicht vermehrt, wogegen die Unannehmlichkeit eintrat, daß die Kohlen auf der Oberfläche zu leicht austrockneten,

und die untern Lagen beinahe schon trocken waren, ehe ich den Bau der Batterie vollendet hatte. *) Die *Salzsäure*, deren ich mich zum Benetzen der Pappe bediente, war zuvor mit 4 Theilen, die *Salpetersäure* oder das sogenannte Scheidewasser mit 7 Theilen Wasser verdünnt worden. Die *Salmiakauflösung* bestand aus 1 Theile Salmiak und 8 Theilen Wasser. Ich berührte jede der Batterien mit Metalldrähten, nachdem ich zuvor die Hände mit Salmiakauflösung benetzt hatte. Folgendes sind die Resultate meiner Versuche, **) durch welche meine

*) Die Kohlenscheiben würden sogleich in diesen Versuchen statt der Zinkscheiben gebraucht worden seyn. Hier, wo sie bloß als Behälter des feuchten Leiters dienen sollten, wäre es leicht möglich, daß sie durch ihre eigenthümliche galvanische Wirkksamkeit den Effekt beträchtlich geschwächt hätten. Wir würden dem Verfasser bei Wiederholung seiner Versuche daher sehr empfehlen, Säulen aus Kohlenscheiben in Verbindung mit Metallplatten und feuchter Pappe aufzubauen, und ihre Wirkksamkeit mit den übrigen Fällen zu vergleichen. d. H.

**) Schade, daß Herr Einhof bei diesen schätzbaren Versuchen sich lediglich an einen so schwankenden Maassstab der Wirkksamkeit seiner Säulen, als die Empfindung bei den Schlägen ist, gehalten hat. Gewiß würden die Physiker es ihm Dank wissen, wenn er sie, wo möglich noch unter mehr Abänderungen, (wo Holzkohlen, allenfalls auch Reissblei unter den tro-

anfängliche Meinung völlig bestätigt wurde. Zwei Fälle ausgenommen, gaben alle hier folgende Ver-

ckenen, und Schwefelsäure und reines Wasser unter den feuchten Leitern vorzüglich zu wünschen wären,) unter Beihülfe eines Galvanoskops wiederhohlte, d. h.: einer Röhre voll reinen Wassers, worin zwei Golddrähte, (im Nothfalle auch bloß zwei zugespitzte Eisendrähte,) befindlich wären, und wo das in 10 oder 20 Minuten sich entwickelnde Gas nach Simon's, oder Gruner's, oder Pfaff's Art, (*Annalen*, VIII, 22, VII, 363,) aufgefangen und genau gemessen, das Maass der Wirksamkeit der Säulen abgab. Dabei wäre dann mit größter Sorgfalt dahin zu sehn, daß alle Säulen nicht bloß aus gleich viel gleich großen Lagen errichtet würden, sondern daß auch alle übrigen Umstände, Politur der Metallscheiben, Temperatur der Luft und der feuchten Leiter, Entfernung der Drahtspitzen in der Wasserröhre von einander, u. s. w., möglichst gleich genommen würden. Zugleich wären dabei die Empfindungen der Schläge und das Funkengeben wie hier zu bemerken, (sollte das Erscheinen der Funken mit auf der Beschaffenheit des feuchten Leiters, dessen man sich bedient, vielleicht auch des festen, beruhen?) und anzugeben, aus welchem der beiden Polardrähte, wenn sie aus Eisen oder einem andern leicht oxydirbaren Metalle bestehen, in der Zeretzungs-röhre der Gasstrom aufsteigt, indess sich der andere oxydirt. Ersterer, als Hydrogenpol, wäre höchst wahrscheinlich in jedem Falle *negativ*, letzterer, als Oxygenpol, *positiv-electrisch*, (*Ann.*

bindungen zweier Metalle, wurde die Pappe mit verdünnter Salpetersäure getränkt, electriche Schläge, ich mochte sie legen und wenden wie ich wollte, wurde nur darauf gesehn, daß 2 Metallplatten beisammen lagen. Wenn ich dagegen zur Errichtung einer Batterie nur Ein Metall nahm, so hatte ich gar keine Wirkung. Dies läßt mich vermuthen, daß aufser der Oxydation der Metalle noch andere Kräfte in der Voltaischen Batterie wirken, deren Daseyn die Gegenwart zweier Metalle erfordert. Ebenfalls hatte ich keinen Erfolg, wenn ich mehrere Metalle, z. B. Zink, Kupfer, Wismuth und Zinn, in eine Batterie brachte, und auf die gewöhnliche Art zwischen zwei verschiedene Metallplatten Pappe legte. (?)

1. *Zink, Kupfer und Salpetersäure, 60 Lagen.* Die *Schläge* dieser Säule gingen bis in die Schultern, und waren schon mit bloßen Händen sehr stark, wenn man die Hände mit Salmiakauflösung benetzt hatte; am stärksten aber, wenn man in den benetzten Händen Metalldrähte hielt, und mit diesen die Kette schloß. *Funken* kamen nur sehr sparsam zum Vorscheine. Das Zink war am stärksten angegriffen und auf der Pappseite schwarz. Die Dauer der Wirkung war 2 Tage.

VIII, 163,) welches sich zum Ueberflusse noch nach Ritter's Art, (S. 110 f.) verificiren liefse.

2. H.

2. *Zink, Kupfer und Salzsäure*, 60 Lagen. Gab nicht so heftige Schläge wie Zink, Kupfer und Salpetersäure, und eben so selten Funken.

3. *Zink, Kupfer und Salmiakauflösung*. Unterschied sich durch die minder starken Schläge und durch häufiger hervorkommende und grössere Funken von No. 1. *)

4. *Zink, Kupfer und oxydirte Salzsäure*, womit *Kohlenscheiben* getränkt waren, 58 Lagen. Die Schläge gingen nur bis in die Handwurzel, und die Wirkung hörte nach 2 Stunden ganz auf. Funken kamen gar nicht zum Vorscheine. Dafs dieser Versuch keinen bessern Erfolg hatte, mochte wohl daher kommen, dafs sich das oxydirte salzsaure Gas nur in geringer Menge im Wasser auflöst, und also die flüssige Säure sehr schwach ist, oder dafs der überschüssige Sauerstoff sehr leicht verloren geht. **)

5. *Zink, Wismuth und Salpetersäure*, 50 Lagen. Gab gar keine Funken, aber sehr heftige Schläge, die bis in die Schultern gingen. Das Zink schien
am

*) Die Zink-Silber-Säule von 45 Lagen, welche mir ein so unerschöpfliches Funkenspiel zeigte, (*Ann.*, VII, 165,) hatte ebenfalls Salmiak, eine andere ähnliche, Salzsäure zum feuchten Leiter. Auch gab eine mit Salzsäure geseuchtete Zink-Kupfer-Säule Hrn. Hofapotheker Seyler starke Funken.

d. H.

**) Vielmehr möchte wohl der Grund in der störenden Einwirkung der Kohle und in ihrem zu schnellen Austrocknen zu suchen seyn. d. H.

am stärksten angegriffen zu seyn. Die Wirkung währte 2 Tage.

6. Zink, Blei und Salpetersäure, 54 Lagen. Die Wirkung war nicht völlig so stark wie bei No. 1. Die Säule gab wenig Funken und ihre Wirkung hörte nach 24 Stunden auf. Beide Metalle waren gleich stark angegriffen. — Wurden die untern Theile (?) der drei Batterien 1, 5 und 6 mit einem Metalldrahte verbunden, so erhielt man unerträgliche Schläge, wenn man die obern Theile der beiden Endbatterien 1 und 5 mit Metalldrähten berührte. Eben dies war der Fall, wenn man die obern Theile in Verbindung brachte und die untern berührte.

7. Zink, Eisen und Salpetersäure, 54 Lagen. Gab Schläge bis in die Handwurzel und keine Funken. Die Wirkung hörte nach 8 Stunden auf; das Eisen war am stärksten angegriffen.

8. Zink, Zinn und Salpetersäure, 54 Lagen. Wie bei Zink und Eisen; nur dauerte die Wirkung 24 Stunden.

9. Wismuth, Kupfer u. Salpetersäure,

10. Wismuth, Kupfer und Salzsäure,

11. Wismuth, Kupfer und Salmiak.

auflösung,

jede v. 60 L.

Keine Wirk.

12. Wismuth, Zinn und Salpetersäure. Nicht so stark wie No. 1; jedoch erhielt man öftere und grössere Funken.

13. Wismuth, Blei und Salpetersäure, 50 Lagen. Gab sehr heftige Schläge und sparsam Fun-

ken. Das Blei war am stärksten angegriffen und schwarz. Die Wirkung währte 48 Stunden.

14. *Wismuth, Eisen und Salpetersäure*, 58 Lagen. Gab Schläge bis in die Handwurzel und keine Funken. Die Wirkung dauerte 12 Stunden; das Eisen war sehr stark angegriffen.

15. *Kupfer, Blei und Salpetersäure*, 60 Lagen. Die Schläge gingen bis in die Schultern; Funken konnte man nur selten herauslocken; das Blei war sehr stark angegriffen.

16. *Kupfer, Zinn und Salpetersäure*, 54 Lagen. Wie bei Kupfer und Blei; das Zinn wurde schwarz; die Wirkung währte 2 Tage.

17. *Kupfer, Eisen und Salpetersäure*, 60 Lagen. Die Schläge gingen bis in die Handwurzel; die Wirkung dauerte 12 Stunden.

18. *Zinn, Blei und Salpetersäure*,

19. *Zinn, Blei und Salzsäure*,

20. *Zinn, Blei u. Salmiakauflösung*,

} jede 60 L.
Keine Wirk.

21. *Zinn, Eisen und Salpetersäure*, 58 Lagen. Wenn man einen Metalldraht in den Mund nahm und mit ihm den obern Theil der Batterie, mit einem andern aber, den man in der benetzten Hand hielt, den untern Theil der Batterie berührte, so erhielt man einen sauren Geschmack und ein heftiges Stechen auf der Zunge.

V.

BESCHREIBUNG

einiger electricischen Versuche,

von

WILH. REMER,

Prof. der Medicin und Phil. zu Helmstädt.

Einige kleine electricische Versuche, welche ich seit einiger Zeit angestellt habe, schienen mir die Aufmerksamkeit der Physiker zu verdienen, besonders da sie meines Wissens noch nicht bekannt sind, auch einige von ihnen mir in Ansehung ihres Grundes noch viel Dunkelheit zu haben scheinen. Es ist bisher noch so wenig möglich gewesen, das Wesen der Electricität ganz aufzuhellen, daß wir noch sehr oft auf Erscheinungen stoßen, deren Erklärung uns zweifelhaft bleibt. Indessen bescheide ich mich gern einer Belehrung über die Ursachen der Phänomene, welche ich hier erzählen will, und will keinesweges meine Zweifel für unauflöslich bei dem gegenwärtigen Zustande der Electricitätslehre ansehen.

1.

Der Versuch, welchen man den *electricischen Tanz der Kugeln* nennt, führte mich auf einen recht artigen Versuch der electricischen Attraction. Ich rieb nämlich einen massiven Stab von weißem Glase von einem Zolle Durchmesser mit Goldpapier, bis

er Funken gab. Er zog mit großer Lebhaftigkeit ein auf dem Tische liegendes Hollundermark-Kügelchen an, und stiefs es einige Mal wieder von sich, bis es nach verschiedenen Sprüngen zwischen Tisch und Glasstab endlich an diesem hängen blieb. Nun näherte ich dem Kügelchen einen stumpf zugespitzten Draht. Als dieser etwa noch $\frac{1}{2}$ Linie davon entfernt war, sprang es schnell weg, und gleitete, ohne das Glas zu verlassen, in mancherlei geradlinigen und bogenförmigen, oft zwei bis drei Zoll langen Bahnen, vor dem ihm nachfolgenden Drahtende hin. Nach jedem Sprunge, welcher mit großer Schnelligkeit erfolgte, blieb es so lange ruhig auf dem Punkte, wo sich sein Lauf beendigt hatte, stehen, bis ich das Drahtende wiederum nahe genug gebracht hatte. Dieses Hin- und Herlaufen auf der Oberfläche des Stabes dauerte über eine $\frac{1}{4}$ Stunde, nahm aber zuletzt an Lebhaftigkeit ab, so daß ich das Kügelchen mit dem Drahte berühren, ja zuweilen sogar erst etwas fortschieben mußte, ehe ich es zum Springen bringen konnte, bis sich endlich der ganze Versuch, jedes Mal mit Unbeweglichkeit der kleinen Kugel, selbst bei Berührungen, und ganz zuletzt mit Herabfallen derselben von dem Glase beendigte.

Nachher wiederholte ich den Versuch mit geriebenen hohlen Glasröhren und Siegellack, und fand, daß er bei beiden eben so gut, ja bei dem Siegellacke, wenn es fein genug und gut electrifirt

war, oft besser gelang, als bei dem massiven Glasstabe.

Dieses Phänomen läßt sich sehr leicht auf folgende Weise erklären. So lange die Electricität des geriebenen Glasstabes noch sehr stark war, theilte sich dem Kügelchen sehr schnell eine verhältnißmäßige, (zu seiner Capacität für die Electricität,) gleiche Electricität mit. War dies geschehen, so mußte das Kügelchen abgestoßen werden, und wurde erst wieder angezogen, als es diese Electricität wieder an den Tisch abgegeben hatte. Nachdem aber durch das abwechselnde Anziehen und Abstoßen desselben die Intensität der auf dem Glase vorhandenen Electricität vermindert war, so mußte eine beträchtliche Zeit verfließen, ehe sich dem Kügelchen eine relativ gleich große Electricität mit der des Glasstabes mittheilen konnte. Das Kügelchen blieb daher eine Zeit lang an demselben hängen, und würde unfehlbar nach einiger Zeit abgestoßen worden seyn, hätte ich den Draht der Kugel nicht früher genähert, als sie von dem Glase eine hinreichende Menge von Electricität erhalten konnte. Die Spitze des Drahtes raubte nun dem Kügelchen sein $+E$ und versetzte es in den Zustand von $0 E$. Die Stelle des Glases, an welcher es hing, besaß nicht mehr Electricität genug, um es aufs neue anzuziehen und mit $+E$ zu versehen. Es wurde daher von benachbarten, noch hinlänglich stark electrifirten Stellen des Glases angezogen, und gleitete über das Glas hin, bis es einen Punkt fand, wo

es stark genug angezogen wurde, um hängen zu bleiben. Von der größern oder schwächern Electricität der Glastheile zwischen dem Punkte, wo das Kügelchen zuerst hing, und dem, wo es nachher in Ruhe gerieth, hingen die mannigfaltige Beschleunigung und Richtung der Bewegung ab. War es an einen Ort gekommen, wo es wieder $+E$ erhalten konnte; so ging der ganze so eben beschriebene Prozeß aufs neue an, bis endlich die Electricität des Stabes in allen Punkten so weit erschöpft war, daß es nirgend mehr ein hinlängliches $+E$ erhalten konnte, um dem Drahte etwas abzugeben, und bis es zuletzt sogar abfiel. Wenn dies erfolgte, so zeigte der Stab jedes Mal noch an dem Bennetschen Electrometer einige Electricität.

2.

Die *Lichtenbergischen electrischen Figuren* hatten mich schon oft beschäftigt. Ich gerieth einmal auf den Einfall, eine Franklinische belegte Glastafel mit *Semen lycopodii* auf der Belegung und auf dem unbelegten mit Siegelack überzogenen Rande bepudert, positiv zu laden. Gleich bei der ersten Umdrehung der Electrirmaschine zog sich der Staub an den Rändern der belegten Platte zurück, und entfernte sich um zwei bis drei Linien von der Belegung, ohne daß dieser Abschnitt eine regelmäßige oder figurirte Gestalt annahm. Der auf der Belegung selbst befindliche Staub blieb ruhig liegen. Ueberhaupt änderte sich in der Stellung

des Staubes nun weiter nichts, selbst als ich die Platte bis zum Ausströmen lud. Als ich aber die Tafel entlud, gerieth die ganze Staubmasse in Bewegung. Der ganze unbelegte Rand des Quadrates bekleidete sich mit + Lichtenbergischen Figuren, welche ihre Spitzen nach der Belegung hinwendeten und ihre abgeschnittene Basis an dem Rande des Glases hatten. Der auf der Belegung selbst befindliche Staub hing sich, bis auf einen kleinen Ueberrest, in einer dichten Masse an den Knopf des Ausladers, und überzog die ganze Seite desselben, welche dem Quadrate zugekehrt gewesen war, das Pünktchen ausgenommen, wo der Funke in den Auslader übersprang. Vielfältige Wiederhohlungen dieses Versuchs gaben mir immer dieselben Resultate. Lud ich die Tafel mit — *E*, so erfolgte während der Ladung eine Zusammenziehung des Staubes auf dem unbelegten Rande, nach der Belegung hin, und beim Entladen erhielt ich nicht, wie ich vermuthet hatte, — *E* Lichtenbergische Figuren, sondern sie waren auch hier positiv, aber die Basis derselben kehrte sich nach der Belegung, ihre strahligen Spitzen nach dem Rande des Quadrates zu. Zwischen diesen Figuren, die unmittelbar an der Belegung auf dem lackirten Rande standen, und dem geringen Ueberreste von Hexenmehl, welches nach der Entladung auf dem belegten Theile des Quadrates liegen geblieben war, befand sich ein unregelmäßiger, nicht figurirter, ganz vom *Semine lycopodii* reiner Streifen.

Als ich endlich ein so negativ geladenes und durch die Entladung gezeichnetes Quadrat nun wiederum positiv lud, blieb alles bis zum Entladen in vollkommener Ruhe. Bei der Entladung verwandelte sich aber die ganze Zeichnung in die der positiv geladenen und wieder entladenen Tafel.

Dieses Phänomen ist schwieriger zu erklären als das erste, und es ist mir die Hauptsache, die Gestalt der Figuren, dabei noch völlig dunkel. Die Entfernung des Hexenmehles von der Belegung bei positiver Ladung scheint ein Phänomen der Attraction und Repulsion zu seyn. Die Lichtenbergischen Figuren entstanden daher, daß sich dem Siegellacke etwas Electricität mitgetheilt hatte, welche in diesem Falle nicht anders als positiv seyn konnte. Warum befanden sie sich aber bei $+E$ der Tafel entfernt von der Belegung? Warum waren sie bei $-E$ der Tafel ebenfalls die positiven? Warum standen sie in diesem Falle auf der Grenze der Belegung und wendeten ihre Spitzen von dieser ab? Warum erfolgte bei $-E$ der Tafel nicht eine solche Repulsion des Stabes während der Ladung, als bei $+E$ der Tafel erfolgt war? Alle diese Fragen lassen sich bis jetzt noch nicht hinlänglich beantworten. Allerdings mag wohl die beträchtliche Erschütterung, welche man ganz deutlich bei der Entladung belegter Glastafeln wahrnehmen kann, etwas zu der Entstehung dieses Phänomens beitragen, allein aber kann es unmöglich davon dependent seyn.

3.

Bekanntlich sieht man im Dunkeln an Drahtspitzen, welche man dem positiven electrifirten Conductor der Maschine nähert, einen leuchtenden Punkt, und an Drahtspitzen, welche an diesen Conductor oder andere leitend mit ihm verbundene isolirte Körper befestigt sind, einen Strahlenbüschel. Umgekehrt zeigt sich aus einer Drahtspitze, (es gelingt am schönsten bei stumpfen Spitzen,) welche man einem negativ electrifirten Conductor nähert, ein nach dem Conductor hingewendeter Strahlenbüschel, so wie auf einer auf diesem negativ electrifirten Conductor befindlichen Drahtspitze ein leuchtender Punkt. Nach Franklin's Theorie von der Electricität hat man dieses Phänomen sehr leicht erklärt, und es ist nicht nöthig, hier diese bekannte Erklärung zu wiederholen. Alle electrischen Erscheinungen, welche man am negativen Conductor wahrnahm, sind, nach dieser Theorie, Folgen eines Einströmens der Electricität in den Conductor, und die meisten Phänomene, welche man hier wahrnehmen kann, lassen sich auch sehr gut nach diesem Systeme erklären und aus diesem Grundsatz ableiten. Nur *drei Versuche*, welche ich anstellte, scheinen mir *gegen die Meinung der Physiker* zu streiten, *welche nur Eine electrische Materie annehmen*, (man könnte sie die electrischen Monophysiker nennen,) und der von Symmer, Kratzenstein und andern auf eine neue vertheidigten Theorie des Dualismus einige

Wahrscheinlichkeit zu geben. Ich will diese Versuche hier beschreiben.

Wenn man einer am positiv electrifirten Conductor befindlichen Drahtspitze eine *brennende Wachskerze* nähert, so wird diese anfänglich weggeblasen, als ob ein Wind aus der Spitze auf sie hinwehete. Bringt man sie näher, so wird sie zuletzt gänzlich ausgelöscht, wenn die Flamme nicht zu groß, oder die Electricität stark genug ist. Nach Franklin's Theorie hätte nun an einer eben so mit dem negativ electrifirten Conductor verbundenen Spitze das Gegentheil erfolgen müssen. *) Man fühlt, dies ist längst bekannt, deutlich ein Wehen, wenn man sich einer solchen negativ electrifirten Spitze nähert, auch drehen sich die electrifischen Flugräder auf ihnen eben so wie die auf positiv electrifirten Spitzen. Ich brachte eine kleine brennende Wachskerze in den bewegten Luftstrom vor einer solchen Spitze, und sogleich entfernte sich

*) Da auch 3 leichte negativ electrifirte Körper sich, nach Franklin's Theorie, von einander entfernen, (weil beide sich nach entgegengesetzt liegenden Lufttheilchen hin bewegen;) so scheint mir Franklin's Theorie vielmehr die gegen-theilige Erscheinung, das Entfernen der negativ electrifirten Flamme vom negativen Conductor, zu begründen. Auch drehen sich die negativen Flugräder aus eben dem Grunde wie die positiven, weil die Luft vor den negativen Spitzen am schnellsten negativ - electrifisch wird. d. H.

die Flamme von derselben, wurde kleiner und drohete zu verlöschen, wie beim positiv electrifirten Conductor. Dies dauerte so lange, als ich die Kerze zwei bis drei Zoll von der Spitze entfernt hielt. Näherte ich sie aber der Spitze bis auf wenige Linien, so erhobte sich die Flamme sichtbar, fing schnell an lebhafter zu brennen, zog sich mit ihrem mittlern Theile nach der Spitze hin, und nahm eine bauchige halbmondförmige Gestalt an, so daß die Spitze der Flamme von der Drahtspitze abgewendet war, ihr Körper aber sich dem Drahtende näherte. Am positiven Conductor löschte sich die Flamme sogleich aus, als ich sie der Drahtspitze nahe brachte, und selbst bei der schwächsten Electricität konnte ich es nicht dahin bringen, daß sie eben die Gestalt erhielt, welche sie am negativen Conductor angenommen hatte.

Das Zweifelhafte bei der Erklärung dieses Versuchs besteht darin, daß die Flamme zu verlöschen drohete, als sie sich zwei Zoll von der negativ electrifirten Drahtspitze befand, und nicht verlösch, als ich sie näher brachte. Nach dem dualistischen Systeme mußte die Flamme eben so gut an der negativ electrifirten Spitze verlöschen als an der positiv electrifirten, und es durfte die zuletzt bei großer Annäherung erfolgte Anziehung der Flamme gar nicht eintreten. Wäre dieses letzte Phänomen allein erfolgt, so reichte es hin, um die Franklinische Theorie sehr frappant zu erweisen und den Dualismus gänzlich umzustossen. Ich kann

es aber nicht läugnen, daß ich, bei aller meiner Ueberzeugung von den Vorzügen der Franklinischen Theorie, im Anfange, als die Flamme verlöschen wollte, ein Argument von Bedeutung für Symmer's Hypothese gefunden zu haben glaubte, *) Recht deutlich kann ich mir den Zusammenhang dieser Erscheinung noch nicht erklären, doch dünkt mich, es läßt sich durch vielfache Variation des Versuches endlich noch eine dem Franklinischen Systeme anpassende Erklärung derselben finden, so wie vielleicht auch von den beiden Versuchen, welche ich jetzt beschreiben will.

4.

Bei vielen Schriftstellern über die Electricität findet sich fast mit denselben Worten die Behauptung, daß, wenn man dem electrifirten Körper einen Fingerknöchel und dergleichen nähere, zwischen diesem und dem electrifirten Körper ein *Funken hervorbreche*, von welchem man wegen seiner großen Geschwindigkeit nicht sagen könne, ob er aus dem electrifirten Körper oder aus dem ihm genäherten Leiter hervorkomme. Ich nenne hier nur Erxleben, (*Naturlehre*, §. 521,) und Gren, (*Naturlehre*, §. 1065, Ausg. v. 1801;) bei andern, z. B. Tib. Cavallo und Gehler, fehlt diese Bestimmung ganz. Ist die Electricität recht

*) Doch, wie es mir, aus Gründen der vorigen Anmerkung, scheint, vielleicht mit Unrecht. d. H.

stark, so läugne ich diese Behauptung keinesweges, man ist dann nicht im Stande, zu bestimmen, aus welchem der beiden Körper die electricischen Funken hervorbrechen: allein es giebt zwei Fälle, in denen dieses Phänomen sich ganz anders zeigt.

1. Ist die Electricität sehr schwach, so daß sich nur sehr schwache und träge Funken aus dem Conductor ziehn lassen, so kommen diese entweder bei *beiden* Electricitäten aus dem Conductor selbst, oder sie zeigen sich selbst auf eine Weise, welche dem Franklinischen Systeme gerade entgegen ist. Sehr häufig habe ich nämlich bei dergleichen schwacher Electricität gefunden, daß, wenn ich dem positiv electrifirten Conductor meinen Fingerknöchel oder den Knopf des Ausladers näherte, ein Funken aus dem Finger u. s. w. entstand und in den Conductor überging. Dieses Phänomen habe ich meinen Zuhörern und andern mehrere Mahl gezeigt, und auch sie sahen deutlich den Funken in den Conductor überspringen. Zu derselben Zeit erfolgte nun beim negativ electrifirten Conductor ganz das Gegentheil. Der Funken sprang aus dem Conductor in meinen Fingerknöchel über. Hier schien also die positive Electricität etwas zu erhalten, die negative etwas abzugeben. *)

*) Bei der stärksten künstlichen Electricität, wie sie die Teylersche und ähnliche Scheibenmaschinen geben, zeigen sich zwischen dem Conductor und einer mit der Erde leitend verbundenen Kugel Funken im Zickzack, deren Aeste bei positiver

2. Ist hingegen die Electricität sehr stark, so erfolgt die bekannte Erscheinung des Ausströmens in langen Strahlenbüscheln bei beiden Conductoren, und hier kann man sehr deutlich sehen, wie der Strahlenkegel aus dem Conductor seinen Ursprung nimmt, in einer dem gewöhnlichen Funken ähnlichen Spitze, welche nach und nach in mehrere zackige Blitze zertheilt wird.

Diese Entstehung der Funken bei negativer Electricität gehört unstreitig noch zu den Problemen in der Electricitätslehre, und verdient genauer untersucht zu werden.

Electrisirung vom Conductor ab gerichtet sind, dergleichen van Marum's Beschreibung einer ungemein grossen Electrificationsmaschine, Leipzig 1786, auf Taf. III darstellt; dagegen bei negativer Electrisirung Funken, deren Aeste nach dem Leiter hin gerichtet sind. Einen solchen negativen Funken stellt van Marum auf Taf. I seiner *Seconde continuation des expériences etc.*, Haarlem 1795, dar; eine Abbildung, die ich hier, (Taf. V, Fig. 6,) zu den Auszügen aus dieser 2ten Fortsetzung in Band I der *Annales* nachtrage. So viel ich weiss, nahmen zuerst Deiman und Troostwyck solche merkwürdige negative Funken wahr, und führten diesen Umstand als einen neuen Beweis für die Franklinische Theorie auf. Desto merkwürdiger scheinen die obigen Versuche des Herrn Verf. mit schwachen Electricitäten zu seyn.

d. H.

5.

Das dritte Phänomen, welches mir einige Zweifel gegen Franklin's Theorie erregte, läßt sich vielleicht besser erklären, obwohl ich bis jetzt noch keine hinlängliche Deutlichkeit darüber habe. Es ist folgendes:

Ich steckte auf den mit dem Reibezeuge meiner Electrirmaschine verbundenen Conductor einen, $\frac{1}{4}$ Linie dicken, mit einer Beißzange abgeschnittenen, also schneidend scharfen Draht, um an demselben meinen Zuhörern das Phänomen zu zeigen, daß sich auf dieser Spitze beim Electrifiern ein leuchtender Punkt zeigt. So lange der Cylinder umlief, zeigte sich dieser Stern sehr deutlich; als die Maschine stand, verschwand er einen Augenblick, es kam aber sehr bald ein Strahlenbüschel mit einem zischenden Geräusche hervor, wie wenn sich der Draht auf dem positiv electrifirten Conductor befände. Dieser Büschel stand einige Sekunden und verlor sich dann plötzlich. Er kam jedes Mahl zum Vorscheine, wenn ich den Conductor electrifirt hatte. Ich konnte sogleich alles Licht durch Annäherung eines Leiters oder erneuerte Bewegung des Cylinders, im ersten Falle hemmen, im zweiten in einem Punkte vereinigen. Der Versuch ist mir nachher jedes Mahl gelungen, wenn nur die Electricität hinlängliche Stärke hatte; bei schwacher Electricität hingegen nie, aller Mühe ungeachtet. Auch habe ich bemerkt, daß dicke, scharfe und stumpf zugespitzte Drähte, z. B. von der Dicke ei-

ner Linie, zu diesem Versuche nicht taugen. So wollte er mir auch mit einem schneidend scharf gefeilt dicken Drahte nicht gelingen. Es scheint also die Gestalt des Drahtes hier von einigem Einflusse zu seyn. Bei den mancherlei Gedanken, welche ich faßte, um diese Erscheinung mit der Franklinischen Theorie zu vereinigen, fiel mir wohl ein, daß vielleicht die größere Intensität der Electricität während des Umlaufens des Cylinders die Ursache des mehr in einem Punkte vereinigten Lichtes sey, da hingegen bei ruhendem Cylinder die Intensität der Electricität geringer, folglich deren Bewegung und Einströmen in den Draht dem Auge sichtbarer wären, woher der Strahlenbüschel entstand. Doch fühle ich, daß diese Erklärung keinesweges zureichend ist, und daß wir in der Lehre von der Electricität noch viel *terra incognita* haben.

6.

Schon seit vorigem Sommer suche ich nach einer Beschreibung oder Erklärung einer Erscheinung, über die ich vergebens allerlei Versuche angestellt habe, und die mir ganz unbegreiflich ist. Ich hänge sie hier an, ob ich gleich nicht mit Gewißheit sie zu den electrischen zählen kann, mehr, um die Physiker auf sie aufmerksam zu machen, als um sie selbst zu erklären.

Lichtenberg's Worte: „Ob ich gleich vermittelst Blasebälge leicht Electricität in Siegellackstangen erwecken konnte: so habe ich, selbst mit stark

stark geladenen Windbüchsen, auf isolirten Metallen keine erregen können, selbst auf Werkzeugen nicht, die sonst sehr geringe Electricität angeben, doch getraue ich mir noch nicht hierüber zu entscheiden.“, (Erxleben's *Anfangsgründe der Naturlehre*, 6te Aufl., S. 504,) erregten in mir den Wunsch, diesen Gegenstand näher untersuchen zu können. Ein Ohngefähr lehrte mich eine Erscheinung kennen, welche mich deshalb noch thätiger machte. Eines Abends, es war ziemlich finstern, schoß ich zufällig eine, von einem hiesigen Künstler verfertigte, sehr gute *Windbüchse*, welche ich möglichst stark voll Luft geladen hatte, im Dunkeln ab. Ein über einen halben Fuß langer sehr heller, aber augenblicklich verschwindender *Blitz* fuhr aus dem Rohre des Gewehrs heraus, und erhellte mein ganzes Zimmer. Voll Freude wiederholte ich den Schuß mehrere Mal, sah aber mit jedem Schusse das Licht geringer werden, und endlich ganz verschwinden, obgleich noch mehrere Portionen Luft in dem Gewehre waren.

Am folgenden Morgen fand ich bei einem hiesigen sehr gebildeten Bürger eine schöne Windbüchse. Er pries mir an ihr als eine besondere Tugend, sie gebe Feuer. Mehrere Mal nachher habe ich dies von Personen, welche Windbüchsen besitzen, gehört.

Mein erster Gedanke hierbei fiel auf die Electricität, und ich dachte wieder an Lichtenberg's oben angeführte Worte. Ich trug alles, was ich

von Electrometern, Condensatoren, Duplicatoren und Collectoren hatte, zusammen, und suchte durch diese Mikroskope der Electricität, wie Lichtenberg sie nennt, die vorhandene Electricität zu finden. Alles war umsonst. Das so äußerst empfindliche Bennetische Electrometer zeigte auch nicht die leiseste Spur von Divergenz der Goldblättchen, ich mochte es allein, oder in Verbindung mit den Verstärkungsmitteln der Electricität gebrauchen, die Windbüchse mochte wenig oder viel geladen seyn, ob sich gleich jenes Licht zeigte, es mochte sich ein Pfropf, ein Schrottschuss, eine Kugel oder nichts dergleichen darin befinden.

Als mich alle diese vergeblichen Versuche überzeugten hatten, daß ich wenigstens für jetzt keine Electricität als Ursache dieses Phänomens finden könne, so wandte ich mich zu den Schriftstellern, bei welchen ich hoffte, etwas über diesen Gegenstand finden zu können. Ich glaubte nicht, daß mein Suchen vergeblich seyn würde: denn seit so langer Zeit ist dieses Gewehr in den Händen der Physiker gewesen, sollte nicht ein glückliches Ohngefähr diese Erscheinung einem von ihnen gezeigt haben? Allein ich suchte umsonst. Auch nicht Einer erwähnt dieses Leuchtens der abgeschossenen Windbüchsen. Ich schämte mich nicht wenig, daß ein Factum, welches mir nun schon wenigstens zwanzig Menschen von allerlei Ständen erzählt haben, von keinem Physiker bisher gesehen worden war. Bei näherer Untersuchung der Sache fand es sich

aber, daß wirklich ein sehr glückliches Ohngefähr dazu gehörte, um die Sache einmahl zur Sprache zu bringen. Denn

1. dieses Leuchten erfolgt nur bei einer sehr starken Ladung mit Luft. Kann man zwanzigmahl aus einer Windbüchse schießen, so sieht man dieses Licht etwa bei den ersten fünf oder sechs Schüssen. Zuletzt ist es ein Lichtatom an der Mündung des Rohres, kaum dem aufmerksamsten Auge sichtbar.

2. Es erfolgt aber auch nicht bei allen Windbüchsen. Manche sehr gute Windbüchse leuchtet nicht, wenn man sie auch bis zur Gefahr des Zersprengens mit Luft ladet. Andere leuchten leicht. Ich habe nicht bemerkt, daß die Stärke des Oehlens des Gewehrs einen Einfluß auf dieses Phänomen habe. Damahls, als ich es zuerst wahrnahm, war das Gewehr erst frisch geöhlt; jetzt ist dies seit einem Vierteljahre nicht geschehen, und es leuchtet doch eben so stark.

Bedenkt man nun, daß ein solches Gewehr gerade im Dunkeln abgeschossen werden mußte, was wohl nur selten geschieht, und von einem Manne, der mehr dabei dachte, als das Gewöhnliche: es leuchtet; so wundert man sich gewiß nicht mehr, daß man seit 1474 mit Windbüchsen geschossen hat, ohne dieses Phänomen zu sehen.

Was kann denn aber der Grund desselben seyn, wenn es die Electricität nicht ist? So viel ich hin- und herfinne, finde ich keine andere Ursache als diese, und die von Pictet entdeckte Verände-

zung der Capacität der Luft für den Wärmestoff, wenn sie aus einem sehr verdichteten Zustande in den verdünnten übergeht. Ob aber bei Bindung der Wärme sich Licht finden könne, darüber wage ich nicht zu entscheiden.

Aber eben diese Unerklärlichkeit der Erscheinung macht es mir doppelt wichtig, die Sache bekannt zu machen, und die Physiker zu bitten, sie ihrer Aufmerksamkeit zu würdigen. *) Sollte ich mich in der Sache irren, daß bisher das Phänomen noch nicht beschrieben sey, so wird mir eine Belehrung deshalb sehr schätzbar seyn.

Meine Vermuthungen gehen noch immer auf Electricität, obgleich der hier schon einige Mahl genannte Lichtenberg davor warnt, nicht jedes

*) Schon vor geraumer Zeit erzählte mir Hr. Kriegsrath von Leyser, in Halle, von Windbüchsen, die im Dunkeln losgebrannt, einen Lichtstrahl ausstoßen. Er behauptete, dieses sey nur bei Windbüchsen mit eisernem Laufe, nicht bei solchen, deren Lauf inwendig mit Messing ausgefüllt ist, der Fall, und suchte den Grund des Phänomens in hineingekommenem Sande. Bei meiner Windbüchse mit messinginem Laufe habe ich in der That bis jetzt noch kein Leuchten wahrnehmen können, sie jedoch dazu vielleicht nicht stark genug geladen. Daß jenes wenigstens nicht der Grund alles Leuchtens von Windbüchsen sey, scheinen die Versuche des Herrn Verfassers zu beweisen.

Licht für ein electrifches zu halten, (a. a. O., §. 524:) denn theils finde ich keinen andern zureichenden Grund als diesen, theils läßt es sich wohl denken, daß die Capacität der Luft für Electricität durch Verdünnen und Verdichten geändert werde, so wie allerdings ihre Leitungskraft geändert wird. Geschicktere und geübtere Experimentatoren, als ich bin, werden vielleicht in ihren Versuchen glücklicher seyn, als ich es war.

VI.

FORTGESETZTE BEMERKUNGEN

über G. C. LICHTENBERG'S *Vertheidigung des Hygrometers und der de Lüc'schen Theorie vom Regen,*

von

Z Y L I U S

zu Goldberg im Meklenburgischen.

Mein voriger Aufsatz *) enthielt allgemeine Bemerkungen über den Inhalt und Ton dieser Lichtenbergischen Schrift. Jetzt will ich die wichtigsten Einwürfe, welche in ihr meiner Preisschrift über die de Lüc'sche Regenlehre entgegengesetzt werden, einzeln darlegen und zu entwickeln suchen. Zuvor muß ich jedoch, um hierbei desto kürzer verfahren zu können und sonst unvermeidlichen Wiederholungen auszuweichen, das, was in den *Annalen*, V, 263, über den von meinen Gegnern verfehlten Sinn der Preisfrage bemerkt worden ist, noch etwas näher bestimmen.

Die Berliner Akademie redet in der Aufgabe von der Theorie des Herrn de Lüc vom Regen,

*) *Annalen der Physik*, B. V, S. 257. Eine lange Krankheit und Reisen des Hrn. Verfassers, und die Menge von Materialien, die sich für die *Annalen* angehäuft hatte, verzögerten diese Fortsetzung desselben bis jetzt.

zeigt die Haupt- und Unterscheidungsätze derselben an, und legt folgende Frage vor:

„1. *Les observations de M. de Luc et les fondemens, sur lesquels il appuie sa théorie, sont-ils suffisans, pour rejeter entièrement le système de la solution?*“

„2. *Comment, en admettant l'opinion de M. de Luc, peut-on deduire des principes physiques la transformation des vapeurs en air, et la decomposition de cette air, de façon, qu'il en résulte des nuages et de la pluie?*“

Diese Fragen bestimmten den Gegenstand der Untersuchung. Es ward verlangt: *„eine Prüfung der neuen Theorie des Herrn de Lüc vom Regen, und seiner daraus abgeleiteten Einwürfe gegen die Auflösungstheorie;“* also — keine Prüfung der *Auflösungstheorie*, auch keine *Vertheidigung der Auflösungstheorie überhaupt*. Es ward nicht gefragt, was alles gegen die Auflösungstheorie einzuwenden, und noch weniger, ob und wie solche zu beweisen sey; sondern, ob die Beobachtungen und Gründe, worauf jene Regenlehre beruhte, zur Widerlegung der Auflösungstheorie hinreichend seyen. Welches wären nun diese Beobachtungen und Gründe? Bekanntlich die Trockenheit des Hygrometers in der obern Luft. Sollte also hiermit die Auflösungstheorie widerlegt werden, so mußte gezeigt werden, daß und wiefern solche mit jenen Beobachtungen in Widerspruch steht. Ich habe die hierüber von den Herren de Lüc und Lichtenberg gefällten Urtheile dargelegt und geprüft, und aus dieser Prüfung schien mir hervorzugehn, daß jenes Phänomen der Trockenheit des Hygrometers mit

der Voraussetzung einer Auflösung der Wasserdämpfe in Luft *nicht in Widerspruch siehe.*

Hier war also gar nicht der Ort, *einen Beweis von der Auflösungstheorie zu führen.* Es kam bloß darauf an, zu untersuchen: ob das Hygrometer, — vorausgesetzt, daß eine Auflösung der Wasserdämpfe in Luft vorgegangen sey, — in einer solchen mit aufgelösten Wasserdämpfen angeschwängerten Luft, auch auf Trockenheit zeigen könne. Ließ es sich nun zeigen, daß weder in der Vorstellung einer Auflösung der Dämpfe in Luft, noch in den bis dahin bekannten Eigenschaften des Hygrometers etwas liege, wodurch der *Möglichkeit* eines solchen und unter solchen Umständen erfolgenden Phänomens widersprochen werde; so war auch zugleich aufs vollkommenste bewiesen, daß die Auflösungstheorie *durch jene beobachtete Trockenheit nicht widerlegt worden sey*, und die erste Frage der Aufgabe war beantwortet. *)

*) Bloß als erläuternder Zusatz, aber nicht mehr als wesentlich zur Frage gehörig, (wie es auch ausdrücklich dabei bemerkt wird,) ist die S. 56 u. f. meiner *Prüfung u. s. w.* behändliche Erörterung zweier Einwürfe gegen die Auflösungstheorie zu betrachten, welche nicht unmittelbar in der Regenlehre ihren Ursprung haben. Allenfalls hätten meine Gegner diesen Zusatz überflüssig finden und mir vorwerfen können, schon zu viel von der Auflösungstheorie gesagt zu haben: Allein sie behaupten das Gegentheil, und verlangen

Meine Gegner haben also eine Widerlegung der Auflösungstheorie mit einer Widerlegung meiner Preisschrift nicht ferner zu verwechseln. Man könnte die Auflösungstheorie widerlegen, ohne meine Preisschrift anzugreifen, wenn gleich eine Widerlegung der letztern zugleich eine Widerlegung der Auflösungstheorie seyn würde.

Der zweite Abschnitt meiner Schrift beschäftigt sich mit Untersuchung der zweiten Frage: ob und wie die Entstehung der Luft aus Wasserdämpfen bewiesen werden könne. Meine Antwort war: daß diese Theorie durch die vom Hrn. de Lüc dafür angeführten Gründe nicht bewiesen worden sey, daß solche vielmehr, auch nur als Hypothese betrachtet, „zur Zeit“, (im Jahre 1794,) „noch verschiedenen Einwendungen unterworfen seyn dürfte. Gesetzt nun, eine andere Zeit führte Aufschlüsse und Entdeckungen herbei, woraus es hervorginge, daß die Phänomene der Verdunstung und des Regens auf eine Art erfolgten, die mit der dort geprägten Vorstellung des Hrn. de Lüc mehr oder weniger Aehnlichkeit hätte; so würde die in meiner Preisschrift aufgestellte Behauptung: daß die Verwandlung der Dämpfe in Luft aus den Anzeigen des Hygrometers nicht bewiesen werden könne, — dadurch nichts von ihrer Richtigkeit verlieren. Eben so ist die Richtigkeit oder Unrichtigkeit meiner

sogar, daß ich Beweise für dieselbe hätte beibringen sollen.

S. 84 u. f. gegen die Theorie des Herrn de Lüc dargelegten Einwendungen unabhängig von den Resultaten künftiger Entdeckungen. Sie gründen sich auf den damaligen Zustand unsrer Kenntnisse von der Atmosphäre, und beziehen sich auf *keine andere als auf diejenige Beweis- und Vorstellungsart*, welche damals, nach Hrn. de Lüc, von der Entstehung der Luft aus Wasserdämpfen gegeben worden war.

Welches würde also der Weg seyn, meine Preisschrift zu widerlegen und die Theorie des Herrn de Lüc zu vertheidigen oder zu berichtigen? Die Akademie hat ihn in der Vorrede angezeigt, und dadurch zugleich die Bahn bezeichnet, worauf die eingeleitete Untersuchung dieses wichtigen Gegenstandes weiter fortzuführen seyn würde. Es sey mir erlaubt, ihre Worte anzuführen.

„Man sieht also wohl, daß der Streit über die verschiednen Theorien vom Regen hier auf eine andere Frage zurückgeführt ist. De Lüc und wer mit ihm ist, müssen entweder dem sonst nie für so zuverlässig geachteten Hygrometer den Rang zusichern, den sie ihm bei dieser Untersuchung, wie es nach den Gründen unsers Verfassers kaum zu läugnen ist, fast zu gefällig eingeräumt haben; sie müssen beweisen, daß das Hygrometer auch gebundenes Wasser in der Luft anzeigen müsse, also das, was unser Verfasser dagegen anführt, widerlegen; oder sie müssen auf einem andern Wege, ohne sich auf den Ausspruch des Hygrometers berufen

zu dürfen, entschiedne Beweise, sie seyen von welcher Art sie wollen, beibringen, daß wirklich die Wasserdünste irgendwo in der Atmosphäre auf eine Zeit lang in wirkliche Luft übergehn.“

Dieses wird im Allgemeinen den Gesichtspunkt bestimmen, woraus gegenwärtig die vorliegende Schrift zu beurtheilen seyn wird. Aber wenn auch die meisten der darin aufgestellten Sätze hiermit schon aufhören sollten, Einwürfe gegen meine Preischrift zu seyn; so wird nichts desto weniger, in Rücksicht ihres anderweitigen physikalischen Inhalts, eine kurze Erwägung derselben nicht ohne Interesse seyn.

In der Vorrede, S. IV, wird eine Bemerkung meines Gegners angeführt, die allein schon hinreichend seyn soll, den grölsten Theil meiner Preischrift mit Einem Mahle zu Nichts zu machen. „Ich bitte alle Leser der Preischrift sowohl, als der meinigen, auf das πῶτον ψῆδος zu achten, wodurch der grölste Theil der erstern mit Einem Mahle zu Nichts wird, und dieses ist, daß der Verfasser gar nicht verstanden hat, was Herr de Lüc meint, wenn er gegen Auflösung des Wassers oder der Dämpfe in der Luft disputirt. Gerade die Haupterfahrung, *die erste unter allen*, auf die sich *alles* stützt, was Herr de Lüc wider die Auflösungs-*theorie*, (in dem Sinne genommen, in welchem er sie nur allein nehmen konnte,) vorbringt, kennt der Verfasser nicht, nennt sie nicht einmahl. Und das ist der große Erfahrungssatz, daß Dämpfe im

luftleeren Raume wie im luftvollen gleichen Druck ausüben, also sich mit der Luft verbunden eben so verhalten, als ohne Luft. Ein Satz, der, wie man sehen wird, nicht bloß die Basis von Herrn de Lüc's Einwendungen gegen die Auflösungstheorie ist, sondern den auch die neuesten Erfahrungen bestätigt haben.“

In der Abhandlung, S. 65 u. f., sucht der Herr Hoffr. Lichtenberg diesen Satz des Herrn de Lüc zu erklären, und wendet sich darauf zu dem Verfasser der Preisschrift also: „*Hat er das nicht gemerkt? Nun gut, so hat er Nichts gemerkt.*“

Der Satz, *dass die Dämpfe in luftleeren Raume wie im luftvollen gleichen Druck ausüben*, ist unlängbar die Grundlage der Theorie des Herrn de Lüc von der Verdunstung. Er verdient also die größte Aufmerksamkeit der Naturforscher und die genaueste Zerghliederung und Prüfung. Allein in einer Prüfung der Theorie des Herrn de Lüc vom Regen konnte die Erörterung desselben nicht Platz finden. Auch ist er nicht „die Basis von Hrn. de Lüc's Einwendungen gegen die Auflösungstheorie;“ er ist auch an sich selbst gar kein Einwurf gegen diese Theorie, sondern vielmehr eine Stütze derselben, welches sich aber erst im Folgenden zeigen lassen wird.

Mein Gegner nennt diese Behauptung, dass das Verhalten der Dämpfe in der Luft wie im Vacuo einerlei sey, — *eine Haupterfahrung, einen großen Erfahrungssatz, einen Satz, der auch durch die*

neuesten Erfahrungen bestätigt worden sey. Von einem solchen Satze zu behaupten, daß er eine physische Unmöglichkeit ausdrücke, mithin durch keine Erfahrung jemahls bewiesen werden könne, dürfte allerdings gewagt scheinen. Indessen sey es mir erlaubt, ihn mit den Worten meiner Gegner darzulegen und zu entwickeln, und meine Zweifelsgründe hinzuzufügen.

Von der Anwendung, welche Herr Hofr. Lichtenberg von diesem Satze auf die Auflösungstheorie macht, rede ich hier noch nicht. Die gegenwärtige Untersuchung beschränkt sich bloß auf die Frage, ob der Dampf, — als eine für sich bestehende elastische und mit der Luft mechanisch sich vermengende Flüssigkeit betrachtet, — im luftleeren Raume wie im luftvollen gleichen Druck ausübe.

On Evaporation. By de Lüc. (Phil. Transact., 1792, p. 403.) — „Steam formed by common evaporation is absolutely of the same nature with that of boiling Water; and in respect of the pressure, that it undergoes, it is in the same state as when produced by evaporation under an exhausted receiver. In this case, where the pressure of the atmosphere is suppressed, the resistance which steam meets with in the space is its own, and consequently it is proportional to its own power; as in open air, the part of the whole pressure incumbent on steam is, to that whole, as its power is to that of the whole mass, the rest of the pressure being supported by the air, with which it is mixed, which proportion in the

pressure that steam undergoes, in this case comes exactly to that of the first." etc.

Folgende Erfahrungen sollen diese vorstehenden Sätze bestätigen. (A. a. O., S. 404.)

„The thermometer being at about 65° of Fahr., the maximum of evaporation in an exhausted receiver keeps a column of quicksilver of 0,5 inch, suspended in the short manometer.“

Im zweiten Briefe an Hrn. de la Metherie, (Journ. de Ph., T. 36, pag. 204,) werden die bekannten Versuche über die Expansivkraft der Dämpfe in der Torricellischen Leere angeführt, und die eben so unläugbaren als merkwürdigen Worte hinzugefetzt:

„La vapeur seul encore dans ce cas, soutient donc la pression d'une colonne de mercure de demi-pouce; et c'est-là aussi son maximum: car si on soulève la colonne en ajoutant du mercure dans le bas; la depression barometrique reste la même, et l'on ne fait, que détruire une partie de la vapeur, qui conserve le même degré de densité, jusqu' à son entière destruction.“

On Evap. etc. (A. a. O., S. 404.) — „If, by the above temperature, the receiver is filled with air of the same density as the air of the place; in which case a barometer inclosed in that receiver will stand at the same height, as in the open air; and that in the receiver, being very dry, water be introduced in a quantity sufficient, for producing in it the maximum of evaporation, the inclosed barometer — will rise 0,5 inch. —

Seconde lettre à M. de la Meth., §. 24. — „Il est donc indifférent à l'existence, (des vapeurs,) ainsi qu'à toutes leurs modifications, qu'elles se répandent dans le vuide, ou entre les particu-

*les de l'air. — Les parois des espaces, on l'on fait le vuide, ne garantissent pas mieux les vapeurs de la pression de l'atmosphère, qu'elles n'en sont garanties par l'air, auquel elles viennent se mêler; puisque il résistoit déjà seul à cette pression.“ *)*

Herr Hofr. Lichtenberg sagt, die Wirkungen der Dämpfe seyen einerlei in der Luft wie im Vacuo. Im Vacuo sey es der *gläserne Recipient*, welcher den Dampf vor dem Drucke der Luft schütze, und in der Luft sey es — *die Luft*, welche die Dämpfe vor ihrem eignen Drucke schütze. **) Es sey gerade so, „als wäre die Luft ein bloß etwa *elastischer Recipient*, der über die Dämpfe hergestürzt wäre.“ (Vertheid., S. 86.)

Ich habe nichts dagegen, die Luft mit einem *Recipienten* zu vergleichen, aber ich glaube, daß der Umstand mit der *Elasticität* einen Unterschied macht, und daß ein *elastischer Recipient* den Dämpfen nicht mehr hilft, als gar keiner. Der Fall ist folgender: Unter einem gläsernen möglichst ausgepumpten Recipienten verdampft Wasser, und das

*) Man vergl. *Idées sur la Météorologie*, P. I, Chap. 1, §. 14. Z.

**) „Die Luft verhält sich“, (bei den Modificationen der Dämpfe,) „völlig leidend, wie ein Recipient; sie sichert sie bloß gegen die Zerstörung durch den Druck der Atmosphäre, und diesen Dienst thut ihr ein gläserner Recipient auch, wenn sie unter seinem Schutze im Vacuo existiren.“ — Lichtenberg's Vertheidigung, S. 140. Z.

Elaterometer steigt auf 0,5 Zoll. — Die Expansivkraft des Dampfes ist also gleich dem Drucke einer Quecksilbersäule von 0,5 Zoll. Man verwandle nun urplötzlich den *gläsernen* Recipienten in einen *elastischen*, oder, was einerlei ist, man denke sich ihn plötzlich weg, (denn alsdann tritt ja die Luft, der elastische Recipient, an seine Stelle;) was wird der Erfolg seyn? Nun wird doch wohl der Dampf den Druck der ganzen über ihm ruhenden Luftsäule auszuhalten haben? Antwort: Nein. Da Druck und Gegendruck sich gleich sind, so kann der Dampf mit keiner andern Kraft gedrückt werden, als mit der, welche seiner eignen Expansivkraft gleich ist, und diese ist gleich dem Drucke einer Quecksilbersäule von 0,5 Zoll. Aber das Quecksilber steht doch in diesem Augenblicke 27 oder gar 27,5 Zoll hoch? — Das macht, weil die Luft auf das Quecksilber drückt, und der Dampf ebenfalls; aber *auf den Dampf* drückt die Luft keinesweges, sondern schützt vielmehr denselben vor dem Drucke der Luft, gleich einem — elastischen Recipienten. *)

Wenn

*) Herr von Arnim nennt diese Vorstellung des Hrn. de Lüc, daß die Luft durch ihre Umhüllung die Wasserdämpfe gegen ihren eignen Druck schütze, eine *bloße Annahme*, und setzt hinzu: „Mir scheint darin sogar ein Widerspruch zu liegen.“ (Beitrag u. l. w., *Annal. der Physik*, IV, 312.) Möchten wir bald die versprochne Fortsetzung dieses interessanten Aufsatzes des Herrn von Arnim erhalten!

Wenn also das Barometer irgendwo auf 27 Zoll steht, so wird in dieser Gegend bekanntlich alles, was sich ungefähr in dem Niveau des Quecksilbers befindet, jeder feste und flüssige Körper, von der Luft mit einer Kraft gedrückt, welche dem Drucke einer Quecksilbersäule von 27 Zoll gleich ist, *ausgenommen der Wasserdampf*. Dieser wird gar nicht von der Luft gedrückt. „Der Widerstand, den er in der Luft wie im Vacuo erleidet, ist sein eigener. Er bleibt nach seinen eignen Gesetzen mit der Luft vermisch, *als wenn gar keine Luft da wäre.*“

Herr Hofr. Lichtenberg sucht diese nicht ganz leichte Sache noch auf eine andere Art deutlich zu machen. Er sagt: „Wenn z. B. eine Dampfart, die bei einer gewissen Temperatur, unvermischt mit Luft, eine Quecksilbersäule von 6" tragen könnte,“ — (so wie der *Wasserdampf* bei der gewöhnlichen Temperatur, unvermischt mit Luft, eine Quecksilbersäule von 6" tragen kann, wodurch zugleich das Maas des Drucks bestimmt ist, den er bei dieser Temperatur aushalten kann, und das nicht überschritten werden darf, ohne ihn wieder zu zerstören,)* — „mit einer Luft, die bei glei-

*) Nach den vorzüglich genauen Versuchen des Herrn van Marum trägt der Wasserdampf in einem ausgeleerten Recipienten bei 10° R. eine Quecksilbersäule von 4". „Dann hindert der Druck, den die erzeugten Dämpfe auf das Wasser ausüben, das fernere Verdunsten. — — Pumpt man die entstandnen Dämpfe aus, so geht das

cher Temperatur eine eben so hohe Säule hielte, in denselben Raum gebracht, nun zusammen eine Säule von 12" trüge:" u. s. w. — Jener Dampf also, dessen Expansivkraft durch den Druck einer Quecksilbersäule von 6" bestimmt ward, wird jetzt zu einer Luft, die bei derselben Temperatur dieselbe Expansivkraft äuserte, in denselben Raum gebracht. Dadurch wird das Volum dieser Luft, (bei derselben Temperatur,) vermindert; ihre ausdehnende Kraft muß also vermehrt werden. Man sollte denken, mit dieser vermehrten ausdehnenden Kraft werde sie nun auch den hineingebrachten Dampf stärker zusammendrücken, dadurch dessen Expansivkraft vermehren, oder — ihn zerstören. *) Es erfolgt aber weder das eine noch das andere. Der Dampf wird nicht zerstört, weil der Druck der Luft gar keine Wirkung auf ihn äusert. Wenn gleich die Luft auf Alles, was mit ihr in Verbindung

Verdunsten sogleich wieder von statten. Dadurch läßt sich zeigen, daß das Wasser, Dampf- oder Luftgestalt annimmt, sobald der Druck, den die Luft oder Dämpfe auf dessen Oberfläche ausüben, nur klein ist." Van Marum. *Annal. der Physik*, B. 1, S. 450. Z.

*) Man erinnere sich nämlich, daß der Dampf vorher in seinem eignen Raume einen geringern Druck ausübte, nämlich denselben Druck, den vorher die Luft ausübte, ehe sie noch durch Hinzukunft des Dampfes zusammengedrückt worden war. Z.

ist, im Verhältnisse ihrer absoluten Elasticität drückt; so drückt sie doch nicht auf den Dampf, sondern schützt ihn vielmehr vor ihrem eignen Drucke. Dem Dampfe ist es ganz einerlei, ob er sich im leeren Raume oder mit irgend einer Luft in Verbindung befindet. *) Aus gleichem Grunde kann nun auch die Elasticität des Dampfes durch diese Verbindung mit der nunmehr stärker zusammen gedrückten Luft keine Veränderung erfahren; denn das ist ja eben „die Haupterfahrung, die erste unter allen, auf die sich alles stützt, und der große Erfahrungssatz, daß Dämpfe im *luftleeren Raume wie im luftvollen gleichen Druck* ausüben, also sich *mit Luft verbunden eben so verhalten, als ohne Luft.*“ Hieraus sieht man, warum der Zustand des Dampfes und der Druck, den er leidet und ausübt, in vorliegendem Falle nicht verändert werden konnten.

Aber was geschieht nun indessen mit der Luft, deren Volum um das Volum des hineingebrachten Dampfes vermindert ward? — Vermitteltst einer genauen Vergleichung der Worte meines Gegners

*) So ist z. B. das Maximum der Expansivkraft des Wasserdampfes bei der gewöhnlichen Temperatur gleich dem Drucke einer Quecksilberssäule von 0,5 Zoll. Der Druck der untern Luftschichten ist also mindestens 34mahl stärker, als der äußerste Druck, den der Wasserdampf bei dieser Temperatur ertragen kann, — ohne übrigens eben diesen Dämpfen im geringsten nachtheilig zu werden.

mit dem zum Grunde liegenden Thema beantwortet sich diese Frage so: Wenn gleich das Volum dieler Luft eine Verminderung erfahren hat, so ist doch ihre ausdehnende Kraft dadurch nicht vermehrt worden. Zwar würde der Umstand, daß der anwesende Dampf z. B. die Elasticität 6 hat, an sich kein Grund seyn, daß die mit eben diesem Dampfe verbundene Luft nicht ganz wohl die Elasticität 12 haben könnte, da man *aus Erfahrung* weiß, daß zwei elastische Flüssigkeiten mit einander in einem Raume verbunden seyn können, und daß gleichwohl die absolute Elasticität der einen zu der andern sich verhalten kann, wie 1 zu 54. *) Allein es läßt sich aus einem andern Grunde darthun, daß diese Luft, ihrer Volumsverminderung ungeachtet, keinen stärkern Druck ausübt als vorher. Der hineingebrachte Dampf hielt nämlich im leeren Raume eine Quecksilbersäule von 6". Den selben Druck übt er auch noch jetzt aus, in dieser Verbindung mit der Luft, zufolge des großen Erfahrungssatzes. (M. s. oben.) Nun steht das Quecksilber auf 12"; hiervon werden 6" von dem Dampfe, mithin die übrigen 6" von der Luft getragen. Die

*) Man erinnere sich nämlich an den alltäglichen Prozeß der Verdampfung des Wassers und an den Aufenthalt der Wasserdämpfe in der Atmosphäre, (in dem Sinne des Verf. der Verth.) — Der alte Satz von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung beginnt also *mit der Erfahrung* in Streit zu gerathen.

Luft wirkt also in dieser Verbindung mit dem Dampfe und in diesem kleinen Raume gerade so, wie sie vorher einzeln in einem größern Raume wirkte. Denn „der Erfolg ist ja einerlei mit dem, da man zwei Portionen derselben Luft mit einander vermischt hätte,“ — — in welchem Falle „die gemischten Substanzen gerade so wirken, wie sie einzeln wirkten, nur hier mechanisch, nicht chemisch, summiert.“ *)

*) Es ist mir sehr schwer geworden, diesen Worten den Sinn zuzutrauen, der gleichwohl ganz unläugbar darin enthalten ist. Zwei Portionen Luft sollen mit einander in einem Raume vermischt werden, das Quecksilber soll steigen — und gleichwohl soll jede Portion für sich so wirken, wie sie vorher einzeln wirkte! denselben Druck ausüben, den sie vorher ausübte! Das Steigen des Quecksilbers soll eine Wirkung summirter Kräfte, — eine Wirkung der ganzen Masse seyn! Wie sehr hatte der Verstorbene Recht, sich gegen den Druck dieser Schrift zu erklären, und wie gewiß würde sein Wille befolgt worden seyn, wenn solche das Glück gehabt hätte, zuvor von Physikern unparteiisch geprüft zu werden.

Man kann auch nicht annehmen, daß der Verfasser vielleicht nur den Ausdruck verfehlt, und es doch im Grunde nicht anders gemeint habe, als daß das Steigen des Quecksilbers eine Wirkung der verdoppelten Expansivkraft aller Portionen insgesamt und einer jeden insbesondere, sey. Denn würde er alsdann ja einer Haupterfahrung: daß der Dampf im luftleeren Raume

Jetzt die Anwendung von diesen Beispielen auf das groſſe zum Grunde liegende Factum. (Man vergl. den oben S. 350 aus der Abhandlung des Hrn. de Lüc angeführten Versuch mit den eben angeführten Worten Lichtenberg's, Verth., S. 66.) Wenn Wasserdampf, der bei 65° Fahr., unvermischt mit Luft, etwa 0,5 Zoll einer Quecksilbersäule trägt, mit einer Luft, die bei gleicher Temperatur eine Säule von 27 Zoll trägt, in denselben Raum gebracht wird, (dasselbe geschieht, wenn unter einem luftvollen Recipienten Wasser verdampft;) so wirken beide, Dampf und Luft, gerade so, wie sie vorher einzeln wirkten, nur hier mechanisch sumirt. Die Luft, ob sie gleich durch Hinzukunft des Dampfes in einen engern Raum gebracht wird, drückt auf das Quecksilber nicht stärker als vorher. So auch der Dampf. Dieser hielt vorher eine Quecksilbersäule von 0,5 Zoll, und denselben Druck übt er auch noch jetzt aus in Verbindung mit einer

wie im luftvollen denselben Druck ausübe, — die eben, hierdurch erläutert werden soll, geradezu widersprechen. Es heist: eine Dampfart übt, mit Luft vermischt, keinen stärkern Druck aus, als für sich allein im Vacuo, — gleichwie eine Portion Luft, wenn sie mit einer zweiten vermischt wird, denselben Druck ausübt, den sie einzeln ausübte. Nichts desto weniger steigt in einem wie im andern Falle das Quecksilber, weil nämlich — die Summe der drückenden Kräfte vermehrt wird.

54mahl stärker entgegen drückenden Luft, (deren Dichtigkeit überdies durch Hinzukunft des Dampfes noch vermehrt ward. *) Indem nun dieser Druck des Dampfes zu dem der Luft hinzukommt, steigt das Queckfilber auch gerade um so viel, als dieser Zusatz beträgt, d. h. um 0,5 Zoll. Der nunmehrige Stand des Queckfilbers auf 27,5 Zoll ist also eine Wirkung der Summe zweier verschiedner Kräfte. u. s. w.

Die Sätze, welche aus dieser kurzen und immer noch sehr unvollständigen Zergliederung der Behauptungen meiner Gegner hervorgehn, enthalten so viel Auffallendes und Befremdendes, führen auf so viele Widersprüche gegen ausgemachte Sätze der Naturlehre, daß man von der Unrichtigkeit jener Behauptungen, woraus sie entspringen, keine weitem Beweise fordern wird. Aber war es möglich, daß solche Behauptungen aufgestellt werden konnten? Sollten diese Naturforscher jenen sogenannten grossen Erfahrungssatz und dessen Beweisgründe wirklich so verstanden haben? — Eine aufmerksame Erwägung der S. 65 bis 68 befindlichen Sätze des Herrn Hofraths Lichtenberg mit steter Rücksicht auf die Hauptstelle, Vorrede, S. XIV, und eine Vergleichung dieses allen mit den ange-

*) Merkwürdig ist auch, daß die Luft hier von einer Substanz zusammengedrückt wird, deren Expansivkraft 54mahl schwächer ist, als ihre eigene.

fährten Sätzen des Hrn. de Lüc, werden in dieser Hinsicht keinen Zweifel übrig lassen. Meine Gegner behaupten in vollem Ernste: daß die Gegenwart oder Abwesenheit der Luft in Abficht des Drucks, den der Dampf, (der Dampf, eine *elastische Flüssigkeit!*) leide und ausübe, gar nichts verändere. Sie behaupten: die ausdehnende Kraft des Dampfes, (im leeren Raume,) verhalte sich zu der der Luft, bei einer mittlern Temperatur und Barometerhöhe, ungefähr wie 1 zu 54. Wenn nun Dampf mit Luft in einem Raume vermengt sey, so wirke die eine Flüssigkeit gegen die andere, und eine jede auf die Säule des Quecksilbers, *im Verhältnisse dieser ihrer respectiven Kraft.* *) — Als wenn es möglich wäre, daß von zweien mit einandervermengten *elastischen Flüssigkeiten* die eine mehr oder weniger drücken oder gedrückt werden, die eine mit einer grössern oder geringern Kraft auf das Quecksilber wirken könnte, als die andere; als wenn nicht Druck und Gegendruck überall und in allen Punkten sich gleich seyn müßten! — Ferner: als wenn nicht jede „*einzelne Portion*“ **) der unter einem Recipienten befindlichen Luftmasse, (bei derselben Temperatur

*) „*When steam is mixed with air, — — both fluids will act on the column of the manometer or barometer, or on every obstacle, and thus against each other, according to their respective power.*“ De Lüc. (A. a. O., S. 405.) Z.

**) Lichtenberg's Vertheidigung, S. 67. Z.

und Dichtigkeit,) das Queckſilber ſo hoch halten würde, als *die Summe* von allen; *) als wenn hier von einer Wirkung der *ganzen Maſſe*, — von *Summiren* der einzelnen Portionen und ihrer Kräfte, die Rede ſeyn könnte, — und endlich, als wenn ein *elastiſcher Recipient* vor dem Drucke der Luft bewahren könnte! u. ſ. w.

Jener angebliche groſſe Erfahrungſatz iſt alſo — kein Erfahrungſatz, ſondern eine Behauptung, die nicht nur inſondere *der Natur elastiſcher Flüſſigkeiten* und den daraus entſpringenden, phyſiſch nothwendigen, Geſetzen, denen ſolche in ihren Wirkungen unterworfen ſind, ſondern auch ſchon dem Begriffe einer *Flüſſigkeit überhaupt*, **) — und endlich jenem groſſen mechanischen Geſetze von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, geradezu widerſpricht.

Wenn alſo in freier Luft ſich Waſſerdampf bildet, ſo hat ſolcher von dem erſten Augenblicke ſeiner Entſtehung an nicht ſeinen eignen Widerſtand, ſon-

*) Nicht zu erinnern, daſs es in der That nur „eine einzelne“, (und zwar ſehr kleine,) „Portion“ iſt, wodurch das Queckſilber getragen wird, indeſs alle übrigen Portionen, ſo viel ihrer auch ſeyn mögen, auf das Queckſilber gar nicht wirken. Z.

**) „Flüſſige Materien ſind ſolche, deren jeder Punkt nach allen Directionen mit eben der Kraft ſich zu bewegen trachtet, mit welcher er nach irgend einer gedrückt wird.“ Kant. Z.

dern — den ganzen Druck der Atmosphäre zu überwinden, wogegen die Atmosphäre selbst ihn nicht schützen kann. Und wenn in jenem eingeschlossnen luftvollen Raume Wasser verdampft, und das Queckfilber während der Verdampfung von 27 bis auf 27,5 Zoll steigt; so hat der entstandne Dampf dem Drucke einer Queckfilberssäule, *nicht von 0,5 Zoll*, sondern von 27,5 Zoll zu widerstehn. Die anwesende Luft kann ihm auch hierin nichts erleichtern. Diese erleidet ihrerseits denselben Druck, d. h. den Druck einer Queckfilberssäule, *nicht von 27*, sondern von 27,5 Zoll. An eine Vertheilung ist hier nicht zu denken. Jedes einzelne kleinste Volum der unter einem Recipienten befindlichen elastischen Substanz kann sich der Nothwendigkeit nicht entziehen, auf jedes benachbarte Volum mit eben der Kraft entgegen zu drücken, womit es von demselben gedrückt wird, oder, wenn seine Natur das nicht erlaubt, zerstört zu werden.

Zur Prüfung der vorstehenden Behauptung meines Gegners war weiter nichts erforderlich, als eine kurze Entwicklung derselben, mit Hinweisung auf einige bekannte Sätze der Physik. Aber desto wichtiger ist vielleicht das Resultat dieser Prüfung in Absicht seiner Folgerungen und Anwendungen auf das große und vielumfassende System des Hrn. de Lüc, und auf die Auflösungstheorie des Herrn de Sauffüre. Denn wenn der Wasserdampf bei der gewöhnlichen Temperatur keinen stärkern Druck, als den einer Queckfilberssäule von 0,5 Zoll,

ertragen, und die Luft vor ihrem eignen Drucke ihn nicht schützen kann; so folgt ja, daß unter dem Drucke der Atmosphäre, bei dieser Temperatur, gar keine Verdampfung möglich ist.*) Da ferner andere Erfahrungen und Versuche gelehrt haben, daß die Expansivkraft des Wasserdampfes unter 80° R. nie stark genug ist, dem Drucke der Atmosphäre zu widerstehn; so folgt, daß überhaupt gar keine Wasserdämpfe in der Atmosphäre vorhanden seyn können. u. s. w. — So erheblich allerdings die Einwürfe seyn dürften, welche aus den vorstehenden Bemerkungen gegen die Lehrgebäude der genannten Naturforscher hervorgehn; so scheint mir dennoch die große und wichtige Frage, ob eine Verdampfung des Wassers und eine mechanische Vermengung der Wasserdämpfe mit der Luft, unter dem Drucke der Atmosphäre und bei der gewöhnlichen Temperatur, möglich sey; — hiermit noch nicht entschieden zu seyn. Die nächste Fortsetzung dieser Bemerkungen wird einen Versuch zur nähern Bestimmung und Untersuchung jener Einwürfe und dieser zuletzt erwähnten Frage enthalten.

Indem ich diesen Aufsatz schliessen will, erhalte ich des 6ten Bandes 2tes Stück dieser Annalen,

*) „No steam can be formed, when for its formation, it ought to repel an obstacle superior, in the final

worin sich S. 236 eine Erklärung befindet, welche mich nöthigt, noch einige Zusätze zu machen.

Als mir zuerst jene Schrift des verstorbenen Hofraths Lichtenberg bekannt ward, faßte ich den Entschluß, bei gelegentlicher Erörterung und Prüfung der mir darin entgegen gesetzten Behauptungen des groben und unschicklichen Tons derselben mit keiner Sylbe zu gedenken. Der Verfasser war todt, — und sein Andenken war mir zu verehrlich, als daß ich mir hätte erlauben können, jetzt, da er im Grabe ruhte, seine Uebereilungen noch ans Licht zu ziehn und zu rögen. Aber dieses mir vorgesezte Stillschweigen blieb mir nicht lange verstatet. Das Geschrei der Recensenten, welche von allen Seiten auf eine komisch triumphirende Weise meine vollendete Niederlage ankündigten, dabei fleißig die Invectiven des Verstorbenen wiederholten, und sich todt lachen wollten, daß die „*eine Krone auf dem Haupte tragende Preisschrift*,“ — eine so „*derbe Abfertigung*“ gefunden habe, — nahm in solchem Maasse überhand, daß ich mich endlich genöthigt sah, ein Paar Worte über diese Sache zu sagen. Ich that es mit derjenigen Mäßigung und Schonung, auf die *nur* ein verdienter Gelehrter im Grabe — Anspruch machen konnte; denn in jedem andern Falle würde ich dergleichen Dinge,

left degree, to the maximum of its power by the actual temperature.“ De Lüc. (A. a. O., S. 402.)

Z.

(mit Anstand und Würde, versteht sich, aber nach Verdienst,) zu behandeln gewußt haben. Um so mehr hielt ich mich aber auch versichert, daß jeder Unparteiische diese meine, im Verhältnisse zu der zum Grunde liegenden Veranlassung, *ausgezeichnete* Mäßigung mit Zufriedenheit werde bemerken müssen.

Zu meinem desto größern Befremden und eben so lebhaften Bedauern treten jetzt die Hrn. Herausgeber noch einmahl auf, und versichern, sie könnten schlechthin nicht dazu schweigen, daß ich den Stil meines Gegners grob gefunden habe. Sie sind der Meinung, daß es mit den Ausdrücken: „*Jargon, — derber Unfinn, — leidige Preisschrift ohne Menschenverstand,*“ u. s. w., so gar viel nicht bedeuten wolle. Dergleichen könne mit der Anständigkeit eines Stils im Ganzen, recht wohl bestehen. Sie berufen sich dabei auf das Beispiel des Dr. Luther u. s. w.

Ich antworte: 1. daß, wie ich aus dem vorliegenden Falle ersehe, die Begriffe vom Anständigen und Unanständigen sehr relativ sind, und daß Andere etwas ganz anständig finden können, was mir herzlich grob und einer guten und anständigen Schriftstellerfittte durchaus entgegen scheint. *)

*) Mehrere hierher gehörige Aeußerungen, z. B.

„*Unselige Verwirrung des Verfassers, — verwirrter Kopf des Verfassers, — Schwätzer, — Stümper, —*

„*Ignoranz, — leeres Geschwätz, — Fafeley, — wie ein altes Weib faseln, — nicht bei Troste seyn,*“ u. s. w.,

2. Dafs Dr. Luther lange todt ist; dafs binnen 2 bis 300 Jahren sich manches ändern kann, also auch der Stil, worin Gelehrte mit einander reden und disputiren; dafs also die Art, in der Dr. Luther und Dr. Eck mit einander kämpften, Anno 1800 kein Maafsstab des Schicklichen und Unschicklichen mehr seyn kann. So heifst es unter einem alten Gemälde des Dr. Eck: „Eifrig und böß war all sein Sinn; *Vergebs ihm Gott! er ist lang hin.*“ — Diese Muster sind also für unsre Zeiten zu alt.

Ferner bemerken die Herren Herausgeber, es könne von Unanständigkeiten und Grobheiten um so weniger die Rede seyn, da der Verstorbene in der Vorrede sich nicht allein dagegen, sondern insbesondere gegen alle *Persönlichkeiten* ausdrücklich verwahrt habe. Ich antworte, dafs es vergeblich

(lauter Ausdrücke, die meines Erachtens in die Klasse der Grobheiten und Plattitüden gehören, deren jeder gesittete Mann schon im gesellschaftlichen Zirkel, wie viel mehr im Angesichte des Publicums, sich billig enthält; — die aber, nach den Hrn. Herausgebern, der Anständigkeit eines Stils im Ganzen eben nicht schaden,) habe ich in meinem vorigen Aufsatze gar nicht in Erinnerung bringen wollen, da es mir nicht darauf ankam, noch mehrere Flecken dieser Schrift ans Licht zu ziehen, wovon ich so gern ganz geschwiegen hätte, wenn die Hrn. Recensenten und Herausgeber es mir hätten erlauben wollen. Z.

ist, in der Vorrede alle mögliche Artigkeit zu versprechen, wenn man nachher im Werke selbst desto unartiger ist. Es ist mit dergleichen Verwahrungsmitteln ungefähr, wie mit dem bekannten: „Mit Respect zu sagen,“ — worauf man oft Dinge folgen hört, die von nichts weniger als von Respect zeugen, und die zusammt dem Verwahrungsmittel weit besser ungesagt geblieben wären. Und was das Protestiren gegen Persönlichkeiten betrifft, so ist es freilich die bekannte Ausflucht aller ungefiteten Recensenten; nichts desto weniger muß ich bekennen, daß ich diesem Rechtsmittel keine Gültigkeit einräumen kann. Ich glaube vielmehr, daß man nicht wohl das Werk eines Verfassers *Jargon*, *Faselri*, *derben Unsinn* u. s. w. schelten kann, ohne zugleich den *Verfasser* herabzusetzen; nicht zu sagen, daß in der vorliegenden Schrift eben so oft von dem *verwirrten Kopfe des Verfassers*, als von seiner verwirrten Schrift die Rede ist.

Ferner bemerken die Herren Herausgeber, daß die Absicht, welche dem Verstorbenen zu Anfertigung dieser Schrift die Feder in die Hand gegeben habe, keine andere gewesen sey, als — *die Ehre seines Freundes zu retten*, (!!!) welches ihm doch gewiß zur größten Ehre gereiche. Den Schaden seines Nächsten mit Gelassenheit zu ertragen, sey gar keine sonderliche Tugend, u. s. w.

1. Wenn die Herren Herausgeber geneigen wollen, sich gelegentlich nach dem Inhalte meiner Preisschrift zu erkundigen; so werden sie hören, daß

in derselben nicht die *Ehre* des Hrn. de Lüc, sondern seine *Theorie vom Regen*, bestritten worden, — und die Art, worin solches geschehn ist, bezeichnen folgende Einleitungsworte: „Sie“, (diese Theorie,) „ist das Resultat eines mehr als vierzigjährigen Forschens. Ich werde sie darlegen und ihre Gründe zergliedern, aber ich werde es mit derjenigen Resignation und Bescheidenheit thun, die mir immer die Achtung gegen die Lehrmeinungen verdienstvoller Männer zur Pflicht machte.“ *) — Der angebliche Zweck einer *Freundes-Ehrenrettung* fällt also gänzlich weg. Die *Ehre des Herrn de Lüc* befindet sich gar nicht in dem Falle, eines solchen Freundschaftsdienstes zu bedürfen. Uebrigens wissen auch die Leser meiner Preisschrift, daß in derselben nicht bloß dem Hrn. de Lüc, sondern auch dem Verstorbenen ausdrücklich und nahmentlich widersprochen worden ist.

2. Die Herren Herausgeber haben den Gesichtspunkt verfehlt, wenn sie glauben, daß in meinem Auf-

*) Da es aber, wie schon bemerkt worden, nicht sowohl aufs *Versprechen* als aufs *Halten* ankommt; so werden unbefangne Leser meiner Preisschrift auch darüber ein befriedigendes Zeugniß abzugeben nicht ermangeln. Vorläufig berufe ich mich hier auf das Urtheil *aller* Recensenten meiner Preisschrift. Mehrere derselben haben manches daran getadelt, aber kein einziger hat gefunden, daß die *Ehre* des Hrn. de Lüc von mir angegriffen und gekränkt worden sey.

Aufsätze von den Absichten des Verstorbenen die Rede gewesen sey. Weder über die Absicht der Schrift überhaupt, noch insbesondere über die Absicht jener ungehitteten Invectiven habe ich mir das mindeste Urtheil erlaubt. Letztere sind bloß nach ihrer äußern übeln Gestalt und Beschaffenheit kürzlich betrachtet und gewürdigt worden. Da aber die Herren Herausgeber gegenwärtig mein Urtheil über die Absicht derselben zur Frage bringen; so sey ihnen unverhalten, daß ich nicht im Stande bin, bei solchen Invectiven eine andere Absicht mir zu denken, als, (wie schon gemeldet,) *persönliche Beleidigung und Herabsetzung des Gegners*. Was könnte doch wohl sonst mich bewegen, von jemanden öffentlich drucken zu lassen, „er sey im Kopfe verwirrt, — sey ein Ignorant, — ein Stümper,“ u. s. w.? — Die Wissenschaften würden nichts verlieren, wenn solche Phrasen ungedruckt blieben.

Ich breche hier ab, und werde die übrigen mir von den Hrn. Herausgebern gemachten Beschuldigungen bei einer andern Gelegenheit beantworten.

VII.
A U S Z Ü G E
aus Briefen an den Herausgeber.

I. Von Herrn Dr. C. H. Pfaff,
Prof. in Kiel.

Paris den 11ten Jun. 1801.

Ich erfülle mein Versprechen, Ihnen einige Nachrichten von neuen physischen und chemischen Versuchen, die hier gemacht worden sind, mitzutheilen. Der *Galvanismus* beschäftigt die hiesigen Chemiker sehr. Besonders haben Fourcroy, Vauquelin und Thenard eine grössere Arbeit darüber unternommen. Einer ihrer interessantesten Versuche ist der mit *grossen Metallplatten*, den Sie in der gestrigen Sitzung des Nationalinstituts, welcher der König von Etrurien beiwohnte, anstellten. Sie nahmen Metallplatten, ungefähr 8 Zoll im Durchmesser, (Kupferplatten und Zinkplatten,) und baueten aus ihnen auf die gewöhnliche Art eine Säule von 8 Abwechselungen. Die *Erschütterungen* waren sehr schwach, kaum stärker als die einer Säule, wo die Metallplatten nur 2 Linien im Durchmesser haben, und welche ebenfalls nur aus 8 Abwechselungen besteht; dagegen war die Kraft jener ersten Säule in *Hervorbringung von Funken* ausserordentlich. Zwei Stahldrähte, die mit beiden Extremen in Berührung standen, in Contact mit einander gebracht, gaben

Funken, gröfser als ich sie sonst mit Säulen von 120 Abwechfelungen erhalten konnte. Die Strahlen fuhren nach allen Seiten mehrere Linien weit aus, das Kniftern war äufferst lebhaft, und in dem Sauerstoffgas entzündeten sich die stahldrähte mit lebhafter Flamme. Diese Wirkfamkeit hielt eine Stunde lang fast ungeschwächt an; so lange blieb der Apparat aufgebaut. Ich brachte den einen Metalldraht mit meinem mit Salniakauflösung benetzten Auge in Verbindung; der Blitz war nicht stärker, als eine einzelne Zinkplatte mit einer Silbermünze ihn hervorbringt. So wie die Senfation bei der grofsen Oberfläche der einzelnen Platten und geringer Anzahl derselben sehr schwach sind, so sollen auch die *Decompositionen* nur langsam vor sich gehen. Werden die grofsen Metallplatten in mehrere kleinere Platten zertheilt, und diese über einander gestellt, so dafs man eine galvanische Säule von mehreren Abwechfelungen erhält, so nehmen nun, ungeachtet die Oberfläche nicht gröfser geworden ist, die Commotionen sehr zu, aber die Leuchterscheinungen, besonders die eigentlichen Inflammationerscheinungen, ab. Beide Effekte scheinen gleichsam im umgekehrten Verhältnisse mit einander zu stehen. Ich erinnere mich hier ihrer merkwürdigen Erfahrungen, welchen zufolge Ihre galvanische Säule eine eigne Funkenperiode und eine Commotionsperiode hatte. (*Ann.*, VII, 165.) Mit der Ausbreitung der Oberfläche scheint demnach zwar der Umstand gegeben zu seyn, der die Funken verstärkt,

aber er scheint auch in einer hohen Säule, wo die einzelnen Platten nur eine geringe Oberfläche haben, stattfinden zu können; doch ist dieser Umstand bis jetzt unbekannt. Diese Leuchterscheinungen sind doch auch eines Theils chemische Erscheinungen. Warum nimmt bei grosser Oberfläche nur diese eine Klasse zu, ohne daß die andere, (z.B. die Wasserzersetzung,) verhältnißmässig mit zunimmt.

Die eigentliche Inflammation, nämlich die sprühenden Funken, (Ihre Feuerräder,) finden nur in einer respirablen Luft statt; im Wasserstoffgas, Stickgas, kohlenfauren Gas bemerkt man nur ein Glühen des Drahts ohne deutliche Funken, ohne Inflammation.

Nach der Erfindung der Säule scheinen mir diese Versuche über den Einfluß der Oberfläche, so wie der Zahl der Metallplatten auf die Abänderung der Erscheinungen, zu den interessantesten zu gehören. Mit Ausbreitung der Oberfläche bei übrigens geringer Zahl der Platten sollen auch die *Anziehungserscheinungen* merklicher werden. In Rücksicht auf Verstärkung der Commotionen und übrigen organischen Phänomene kommt die Oberfläche so wenig in Betracht, daß Metallplatten von 2 Linien im Durchmesser eben so stark wirken, als solche von 20 und mehrern Linien. Hier scheint die Zahl alles zu entscheiden. Die Salze u. s. w., welche mit dem Wasser zur Befeuchtung angewandt werden, sollen nur im Verhältnisse ihrer Anziehung zu den verschiedenen Metalloxyden wirken.

Bei Anwendung von Zinnplatten ist das Ammoniak ein gutes Befeuchtungsmittel, bei Zink, Blei u. f. w. sind es die fixen Alkalien ebenso wohl. Eine Theorie dieser Erscheinungen wollen die Verfasser, aus Mangel an Datis, noch nicht geben. Sie glauben aber immer noch, daß die Wasserzersetzung eigentlich nur an Einer Seite vor sich gehe, und daß das Hydrogen in Verbindung mit dem galvanischen Fluidum, gleichviel ob durch bloßes Wasser, oder durch den Kork, oder durch den menschlichen Körper, wie in Davy's Versuchen, zum andern Metalldrähte überströme, und beim Einströmen des galvanischen Fluidums in diesen Metalldraht als freies Hydrogen aufsteige. Das *Experimentum crucis* fehlt noch.

Die *Entdeckung einer neuen brennbaren Gasart*, eines *Gas oxyde de carbone*, oder wenn man will, *Gas acide carbonoux*, ist Ihnen wohl schon bekannt. Desormes, dem Gehülfen Guyton's - Morveaux, scheint die Ehre dieser Entdeckung zu gebühren; doch hat Thenard, Fourcroy's Gehülfe, zugleich Versuche über die Auflösung von Kohlenstoff in kohlenfaurem Gas angestellt. — In der Glühhitze geschah diese Auflösung reichlich; das kohlenfaure Gas nahm an Umfang sehr zu, hörte auf die Eigenschaften einer Säure zu zeigen, und wurde brennbar. Ich habe in der *Ecole polytechnique* dem Versuche über die Reduction des Zinkoxyds durch Kohlen selbst beigewohnt. Man erhielt eine große Menge dieses Gas. Dieses Gas

kann uns manche Anomalien erklären, und manches *Gas hydrogène carboné*, z. B. dasjenige, das man gewöhnlich aus den Kohlen durch Destillation erhält, möchte wohl ein solches *Gas oxyde de carbone* seyn. *)

Guyton-Morveau's eben jetzt herausgekommene Schrift über die *Moyens de désinfecter l'air* scheint mir für medicinische Polizey so wichtig, daß ich eine Uebersetzung davon unter der Aufsicht des Verfassers ausarbeite.

Nehmen sie diese wenigen Nachrichten gütig auf. Sollte mir in der Folge etwas neues wichtiges be-

*) Für *Gas oxyde de carbone* wüßte ich keine schicklichere Uebersetzung als *Kohlengoxydgas*, da Kohlenstoffoxydgas ein gar zu unbehülflicher Name seyn möchte. *Gas oxyde carboné* ließe sich wohl am besten durch *kohlenhalbsaures Gas*, oder, nach Gren's Nomenklatur, durch *kohlighalbsaures Gas*, zum Unterschiede des *Gas acide carbonique*, unsers wohl bekannten *kohlensauren Gas*, übersetzen. Uebrigens findet sich hierdurch ein Gedanke völlig bestätigt, den ich bei Guyton's Versuchen mit Diamanten aufserte, (*Ann.*, IV, 466, und welcher vielleicht eine Wiederholung der Versuche über das Verbrennen der Diamanten und anderer kohliger Körper, mit Hinsicht auf die mögliche Verschiedenheit des kohlensauren Gas, nöthig machen könnte, ehe sich aus ihnen der Gehalt dieser Körper an Kohlenstoff und Sauerstoff mit Zuverlässigkeit bestimmen lassen möchte.

kannt werden, so werde ich nicht ermangeln, es Ihnen mitzutheilen, und erwarte dagegen von Ihnen Nachrichten über die neuern Bemühungen der Deutschen in der Sphäre des Galvanismus, so wie über andere physikalische Gegenstände.

3. *Von Herrn Consistorialsekretär Wolff.*

Hannover den 18ten Jun. 1801.

Hier einen kleinen Nachtrag zu meinem Aufsatze über *Blitzableiter*, im 5ten Stücke Ihrer diesjährigen Annalen der Physik.

Nach des Herrn van Marum Versuchen *) sollen sich, um den Wirkungen der künstlichen Electricität zu widerstehen, bei gleichen Längen von Bleistreifen, Eisendraht und Kupfer, deren Querschnitte verhalten müssen, wie 4 zu 1 zu $\frac{1}{2}$. Er bauet darauf die Behauptung: daß, wenn man bei einem Blitzableiter, statt der Eisenstange, sich eines Bleistreifens oder kupferner Stangen bedienen wolle, man darauf sehen müsse, daß der Bleistreifen einen viermahl größern Querschnitt, als die Eisenstange, die man sonst genommen hätte, erhalte; indess die Kupferstangen nur eines halb so großen Querschnitts, als die Eisenstangen, bedürften. Auch fand er jene Versuche durch die große Teylerische

*) *Seconde continuation des experiences, faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne, par van Marum, Haarlem 1795; und Gilbert's Annalen der Physik, B. 1, St. 3, S. 263 u. f.*

Batterie, in Absicht des Bleies, völlig bestätigt, und pflichtet also dem Herrn Broock bei: daß ein 4 Zoll breiter Streifen des dicksten Dachrinnenbleies, wovon der Quadratfuß ungefähr 8 Pfund wiegt, vollkommen zu Blitzableitern hinreiche, indem der stärkste Blitz ihn schwerlich zu schmelzen vermöge.

Was wird hier unter den Worten: „*vollkommen zu Blitzableitern hinreiche*;“ und: „*schwerlich zu schmelzen vermöge*“, verstanden? wie können beide Sätze mit einander vereinbart werden?

Die Bescheidenheit, welche das Wort: *schwerlich*, dahin setzte, und das *Vollkommene* des Blitzableiters einstweilen an die Seite schob, zeigt auch selbst bei den größten Kräften, die durch die künstliche Electricität hervorgebracht wurden, das Bewußtseyn, daß ihr noch vieles zur Bestimmung der *Gleichheit* mit der natürlichen Electricität abgehe. Das Wort: *schwerlich*, zeigt schon die Möglichkeit jener, anfangs bezweifelt werdenden Kraft an. Und was ist denn eine künstliche Belegung der Gläser an der Maschine von 600 □ Fufs, gegen die Belegung einer der geringsten electrischen Wolken von 100 □ Fufs? zumahl jetzt, da die Voltaische Säule uns so sonderbare Winke über die Verwandtschaften der Electricität giebt, und mit Rücksicht auf die noch bis lange ganz ungemessene große Kraft des Flitzes unfre Urtheile darüber und unfre Vergleichen noch zweifelhafter macht.

Daß wir durch die künstliche Electricität die Luftelectricität nachahmen, und auch in vielen

Stücken von dem großen allmächtigen Gemählde, eine kleine Copie in Duodez liefern; das leidet keinen Zweifel. Aber, ganz gewiß liegt hier noch etwas verborgen, was uns noch verlaget, die völlige Gleichheit zu bestimmen; — und messen? O die Mechanik der größten Gelehrten und Künstler giebt oft im Großen das nicht zu, was sie im Kleinen verstatete. — Also, welcher Gedanke, etwas bestimmen, etwas messen zu wollen, was man nicht kennt, dessen wahrscheinliche Verbindungen mit andern Kräften gleichfalls noch unbestimmt sind! Kräfte, deren Hebelarme wir nicht kennen, und, gewissenhaft, leider Gottes! nicht untersuchen dürfen.

Haben wir denn schon durch die künstliche Electricität Quadersteine von mehrern-Centnern aus dem Fundamente eines Thurms herausrücken können, wie der Blitz oft gethan hat? haben wir, durch künstliche Electricität, auch schon einen Thurm so mishandeln können, daß er in Schutt zusammen stürzen wollte, wie der Thurm auf dem Lusziariberge des Herrn von Rosenberg in Kärnthen im Jahre 1778 vom Blitze gemishandelt wurde?*) Kann denn die künstliche Electricität eine Feuerkugel nachmachen, deren Knall, beim Zerspringen, den Knall von vielen Kanonen zugleich übertraf, welche in einer Entfernung von 50 Ruthen beim Aufsteigen

*) Ingenhoufz *vermischte Schriften*, *physsich - medicinischen Inhalts*, von Molitor. 1782.

Menschen zu Boden warf, eine Segelstange des Schiffs zerschmettete, den ersten Mast desselben zerspaltete, eiserne Haken herausriß und sie anderwärts mit höchster Gewalt wieder eintrieb? *) Unter allen Electricitätsmeistern, Gesellen, Lehrlingen und Pflüchern auf diesem mir bekannten Erdenrunde findet sich nur Einer, und zwar ein Lehrer der Naturwissenschaft, Namens Arden, dem ein Versuch, der jenem großen Meteore ähnlich war, gelang. **) Ist dieses eine Lüge, oder sind wir Elektriker gegen jenen, von 1758, alle unmündig? Und der Donner! was giebt der für neue Aufgaben gegen den Peitschenschlag unsrer Electrifirmaschinen; gegen den Laut einer Windbüchse, die auf viele Schritte eine Kugel durch ein Brett treibt; gegen den Knall des Pulvers, Knallfilbers u. s. w.! Sollte die *große Verwandtschaft aller Dinge unter sich* nicht auch eine Uebereinkunft bei solchen großen Ereignissen, wie Gewitter sind, vermuthen lassen?

*) Priestley's Geschichte der Electricität, 1772, S. 236.

**) Priestley's Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre, 1782, B. 2, S. 313 u. f.

VIII.

PREISFRAGEN UND PREISVERTHEILUNG
 der Batavischen Gesellschaft der Wissen-
 schaften zu Haarlem. *)

Bedingungen: Die Abhandlungen können *holländisch, französisch, lateinisch oder deutsch*, doch nur mit lateinischen Lettern geschrieben seyn; müssen, auf die bekannte Art mit Devisen versehen, dem Sekretär der Gesellschaft, Herrn van Marum, zugeschickt werden, und es wird gewünscht, daß die Verfasser sie so sehr als möglich abkürzen, und alles, was nicht wesentlich zur Frage gehört, weglassen möchten. Die Abhandlungen, welche den Preis oder ein Accessit erhalten, bleiben der Gesellschaft zum Drucke, und ohne ihre besondere Einwilligung darf der Verfasser sie weder ganz, noch theilweise, es sey wo es wolle, zum Drucke befördern. *Preis:* eine goldne Medaille, der auch das Jahr der Preisvertheilung und der Name dessen, der den Preis erhält, eingegraben wird; oder statt ihrer, wenn man es vorzieht, 30 Dukaten.

A. Neue in dieser Versammlung aufgegebene Preisfragen für das Jahr 1802. (Einsendungstermin für die erste Frage bis zum ersten Januar 1802; für die beiden andern bis zum ersten Nov. 1802.)

1. Lassen sich die Wirkungen der galvanischen Säule Volta's aus den bekannten Gesetzen und Eigenschaften

*) Ausgezogen aus dem Programme de la Société Batave des Sciences à Haarlem pour l'Année 1801, welches die Verhandlungen der Gesellschaft in der Sitzung an ihrem Jahrestage, den 23ten Mai, enthält. d. H.

der Electricität ableiten, oder muß man aus ihnen auf das Daseyn eines eigenthümlichen, von der electrischen Materie verschiedenen galvanischen Fluidums schließen? Welche neuen Thatfachen hat man durch diesen Apparat kennen lernen, und zu was für nützlichen Versuchen läßt er sich anwenden?

Uebersdies verspricht die Gesellschaft dem eine silberne Medaille sammt einer Gratification von 10 Dukaten, wer ihr vor dem 1ten Jan. 1803 die interessanteste Entdeckung über die Wirkungen der galvanischen Säule mittheilen wird, unter der Bedingung, daß sie nirgends anders bekannt gemacht und der Gesellschaft zur Bekanntmachung überlassen werde. *)

2. Welches sind die Grundsätze aus der Physik des Feuers, die Erzeugung, Mittheilung und Einzwängung desselben betreffend, die man wissen muß, um mit den Brennmaterialien beim Heitzen zu verschiedenem Gebrauche möglichst zu economisiren? und wie ließen sich darnach die Feuerstätte zum Heitzen der Zimmer, und die Oefen in den Küchen verbessern, zur möglichsten Oekonomie mit den hier üblichen Brennmaterialien?

3. Was weiß man jetzt bestimmt über die Ursachen des Verderbnisses stehender Gewässer, und was läßt sich daraus, oder aus entscheidenden Versuchen, als das kräf-

*) Ob nicht vielleicht die vollständigste bis jetzt mögliche Beantwortung der Preisfrage schon in diesen Annalen von den vielen scharfsinnigen und eifrigen Physikern niedergelegt ist, welche die Annalen mit ihren Entdeckungen in diesem Felde bereichert haben? und ob es wohl rathsam seyn möchte, bei dem allgemeinen Wetteifer in Beobachtungen über Volta's Säule interessante Entdeckungen über sie nicht, sobald sie gehörig verificirt sind, bekannt zu machen, um der Ehre der Entdeckung nicht verlustig zu gehn?

d. H.

tigste unschädliche Mittel gegen dieses Verderbniß aufstellen?

B. Auf zwei Fragen, deren Bowerbungstermin mit dem 1sten Nov. 1800 abgelaufen ist, waren mehrere Abhandlungen eingegangen. Viere über die Urbarmachung der Dünen in der Republik, deren keine aber des Preises für würdig gehalten wurde, weil sie nicht beantworteten, wornach gefragt war, und eine über das Licht, welches die neuere Chemie bisher über die Physiologie verbreitet habe, die aber zu oberflächlich war, um auf den Preis Anspruch machen zu können. Man beschloß, die erste Frage zurückzunehmen, die zweite aber, mit den beiden andern, die sich darauf beziehen, nochmahls zu wiederholen. Sie sind folgende:

4. Was hat bisher die neuere Chemie über die Physiologie des menschlichen Körpers für Licht verbreitet?

5. In wie fern hat sie uns die Natur und die Ursachen gewisser Krankheiten besser kennen gelehrt, und was für nützliche, durch die Erfahrung bewährte Folgerungen lassen sich daraus für die medicinische Praxis ziehn?

6. In wie fern sind wir durch sie auf bestimmte Begriffe über die Wirkungsart einiger längst gebrauchter oder erst neuerlich empfohlner Heilmittel geleitet worden, und was läßt sich aus deutlichern Begriffen hierüber für Nutzen in der Behandlung gewisser Krankheiten ziehn?

Da mehrere Gelehrte die Grundsätze der neuern Chemie auf Physiologie, Pathologie und Therapie vermittels ungegründeter Hypothesen anzuwenden sich erlaubt haben, und dieses unstreitig höchst nachtheilig für die Fortschritte dieser Wissenschaften ist, denen die neuere Chemie so viel Licht verspricht, wofern man nur, der Lavoisierschen Regel gemäß, in der Chemie und ihren Anwendungen nichts annimmt, als was sich auf entscheidende Versuche

gründet; so wünscht die Gesellschaft, daß man bei Beantwortung jener Fragen, was man mit Sicherheit weiß, genau von dem, was bloß hypothetisch ist, unterscheide, und daß man sich bei den Hypothesen begnüge, sie nur kurz zu erwähnen und mit wenigen Worten ihre geringe Haltbarkeit anzudeuten. Denn der Hauptzweck der Societät bei diesen Fragen geht dahin, denen, die sich in der Batavischen Republik mit der medicinischen und chirurgischen Praxis beschäftigen, und die in der neuern Chemie und ihren Anwendungen zurück geblieben sind, Aufsätze zu verschaffen, aus denen sie sich über das Licht, welches diese Wissenschaft über Physiologie, Pathologie und Therapie schon verbreitet hat, und was darin noch allzu ungegründet, übereilt oder zweifelhaft ist, belehren können. Man wird über jede der drei Fragen den Preis einzeln vertheilen, und bittet daher die, welche auf alle drei antworten wollen, dieses in drei abgeforderten Aufsätzen zu thun.

C. Die Gesellschaft hatte in ihren ordentlichen Sitzungen folgende Abhandlungen erhalten und gebilligt, um sie bekannt zu machen: Van Marum's Versuche mit einem neuen Schiffsventilator, für welche ihm die Gesellschaft den jährlichen Preis einer Silbermedaille und von 10 Dukaten zuerkannte, den er aber, als Sekretär der Gesellschaft, nicht annahm; A. G. Camper über den Ursprung der fossilen Knochen im St. Petersberge bei Mastricht; van Marum's Beschreibung und Abbildung der Hirnschale eines jungen Wallfisches.

D. Ferner ruft die Gesellschaft die im vorigen Jahre für das Jahr 1801 theils neu aufgegebenen, theils erneuerten 6 Preisfragen, deren Concurrenztermin mit dem 1sten November abläuft, und die man in den

Ann. V, 474, abgedruckt findet, in das Gedächtniß zurück. (1. über die *Bewegung des Safts in den Bäumen und Pflanzen*; 2. eine *Theorie des Rauchens der Wohnungen*, und Regeln, es zu vermeiden; 3. über *einheimische Färbepflanzen*; 4. was kann man, nach den Beobachtungen der neuern Astronomen, besonders *Herschel's und Schröter's*, in Ansehung des *Umfanges des Universums* und der *Ordnung*, in welcher die *himmlischen Körper* stehn, als gehörig bewiesen oder als sehr wahrscheinlich gemacht ansehen? 5. über die *Beförderung der Vegetation* durch verschiedene *Erdarten*; 6. über die *Nützlichkeit des Studiums der Naturgeschichte für die Jugend*.) — Eben so die beiden im vorigen Jahre für den ersten November 1803 aufgegebenen Preisfragen:

1. „Da *Dr. Chladni's* Erfahrungen gezeigt haben, daß, wenn man mittelst eines Bogens auf Glas- oder Metallscheiben, die mit Sand oder Staub leicht bedeckt sind, einen Ton hervorbringt, dieser Ton bestimmte Figuren annimmt; so verlangt die Gesellschaft eine *Theorie* dieser *Phänomene*, die einzig das *Resultat* von *Beobachtungen* hierüber ist, und namentlich: *α.* eine möglichst vollständige *Angabe aller Figuren*, die jeder Ton hervorbringt, und eine *Classification* derselben nach ihren *Arten*; *β.* eine *physische Erklärung* der *Gründe*, warum der Staub die gedachten Figuren bildet, und des *Verhältnisses* der Figuren zu den *respectiven Tönen*.“

2. Eine *Naturgeschichte* und *physikalische Beschreibung* der *Wallfische*, um daraus *α.* auf den Weg zu schließen, der einzuschlagen ist, die Stellen, an welchen sich *Wallfische* befinden, aufzufinden; *β.* die leichtesten und sichersten Mittel, die *Wallfische* sogleich zu tödten, und sich ihrer dann auf die schleunigste Art zu bemächtigen, abzuleiten.

E. Preisfragen für einen unbestimmten Termin, die noch ferner zur Concurrenz ausgesetzt bleiben:

1. Was lehren uns die neuesten Entdeckungen in der Chemie über die *Natur der Gährung*, und welche Vortheile können daraus für gewisse Fabriken gezogen werden, in welchen man gärende Stoffe braucht?

2. Was hat die Erfahrung über den Nutzen einiger dem Anscheine nach schädlicher Thiere, besonders in den Niederlanden gelehrt, und welche Vorsicht muß also in ihrer Vertilgung beobachtet werden?

3. Welches sind die bisher ihren Kräften nach unbekannten einheimischen Pflanzen, die in unsern Pharmacopöen mit Vortheil gebraucht werden und ausländische ersetzen könnten?

4. Welcher bisher nicht gebrauchten einheimischen Pflanzen könnte man sich zu einer guten und wohlfeilen Nahrung bedienen? und welche nahrhafte ausländische Pflanze könnte man hier anbauen?

F. Noch erinnert die Gesellschaft, daß sie in der Sitzung von 1798 beschlossen hat, in jeder jährlichen Sitzung zu berathschlagen, ob sich unter den ihr in dem Jahre zugeschiedten naturhistorischen oder physikalischen Schriften, (nicht Antworten auf obige Fragen,) eine oder die andere befinde, die eine besondere Belohnung verdient, und der interessantesten derselben eine silberne Medaille und eine Belohnung von 10 Dukaten zuzuerkennen.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, ACHTES STÜCK.

I.

VERSUCHE UND BEMERKUNGEN über den Galvanismus der Voltaischen Batterie,

von

J. W. RITTER.

In Briefen an den Herausgeber.

Dritter Brief.

I. Phänomene an der Voltaischen Batterie im ungeschlossenen Zustande; Anziehung; Abstoßung; Zunahme beider im luftdünnen Raume; Mittheilung; Vertheilung; gleicher Gegensatz in beiden; Identität dieses Gegensatzes mit dem der Electricität; Regeln für Identitätsbeweise dieser Art überhaupt. II. Verbreitung beider Electricitäten über die ganze Batterie, ähnlich der des Magnetismus am Magnete; mannigfache Stimmbarkeit dieser Electricitäten; Aufhebung derselben mit der Schließung der Kette. Wahres Schema der Electricitätsgegenwart an der Batterie, Scheinbarer Zusammenhang zwischen den Electricitäten der Batterie und ihren übrigen Wirkungen. Chemische Polarität der Batterie ohne alle Schließung; Aufhebung derselben mit der Schließung; scheinbare Unabhängigkeit der physischen, chemischen und physio-

Annal. d. Physik. B. 8. St. 4. J. 1801. St. 8. C c

logischen Erscheinungen der Batterie von ihren Electricitäten und dieser von jenen; scheinbare Unstörbarkeit der chemischen Wirkungen der Batterie durch starke gewöhnliche Electricität; Zweideutigkeit dieser Erscheinungen; Schluss.

Jena den 21sten Febr. und folg. 1801.

Der Gegenstand, über den ich Sie heute zu unterhalten anfangen, ist, seiner Natur nach, dem in meinem vorigen Briefe, (*Ann.*, VII, 447,) abgehandelten, aufs geradeste entgegengesetzt. Wenn jener geschickt war, dem Experimentator selbst ein persönliches Interesse für die Sache abzugewinnen, so ist es dieser, der ihm die Gelegenheit schafft, dasselbe auf eine anständige Weise für ihre eigne Rechnung zu benutzen. Sie äußerten neulich, (*Annalen*, VII, 248,) den Wunsch, daß die Physiker über den chemischen Anwendungen der Voltaischen Säule die gleich wichtigen Untersuchungen über das, was an ihr das Gebiet der *Electricität* angeht, nicht ganz aus den Augen verlieren möchten; aber als Sie ihn äußerten, war er zum Theil schon erfüllt. Es mag verwegen seyn, einem Volta vorgreifen zu wollen, der nur gewohnt ist, was er untersucht, zu erschöpfen, und dem, was ich nur wenige Wochen wollte, Jahre lang Geschäft ist; was aber stünde auch eben darum dem Schüler, der es mit seiner Uebung ernstlich meinte, besser an, als früh zu thun, was später oder zu derselben Zeit mit ihm vielleicht der Meister gleichfalls unternimmt, um einst aus dessen besserer Arbeit seine Fehler leichter zu erkennen?

Dies sey der Gesichtspunkt, aus dem ich auch Sie nachstehende Versuche anzusehen bitte; und ist das Wenige, was mit ihnen gewonnen ist, der Rede werth, so vergessen Sie nicht, daß Sie den Dank dafür dem schuldig sind, der mich es finden lehrte.

I.

Die Polarität der ungeschlossenen galvanischen Batterie und die Identität dieser Polarität mit der electrischen find es, die mich die folgenden Blätter hindurch zunächst beschäftigen sollen. Was ich damit meine, wird sich aus der Untersuchung selbst ergeben. Ich werde bei dieser von der Batterie unmittelbar ausgehen. Es wird unterweges manches vorkommen, was so neu nicht war. Volta schon, dann Nicholson u. a. haben Mehreres, was in diesen Bogen seine Correspondenzen finden wird; doch ging meine Untersuchung ihren eignen Gang, und hängt wenig mit dem ihrigen zusammen. Sie und alle Leser Ihrer Annalen sind mit jenem so gut bekannt, wie ich; vermöge einer kleinen Uebersicht bin ich daher leicht im Stande, die Ordnung, welche meine sämmtlichen Versuche wirklich bilden, ununterbrochen von Citaten und dergl. ruhig zu verfolgen.

36. Alle jetzt zu erzählenden Versuche fallen der Zeit ihrer Anstellung nach in die beiden Monate Dec. v. und Jan. d. J.; und die zu ihnen benutzten,

theils Zink-Silber-, theils Zink-Kupfer-Batterien sind nie über 100 Lagen stark gewesen. Nur im Anfange habe ich mit welchen der ersten Art gearbeitet; in der Folge thaten, wie Sie wissen, die letztern vollkommen die nämlichen, ja bessere Dienste. *) Die Ordnung, in welcher die Phänomene selbst sich mir in die Hände spielten, war freilich oft genug gar sehr von der verschieden, welche dieselben natürlicher Weise als Theile eines Ganzen unter sich behaupten; die Beobachtung der letztern bei ihrer hiesigen Aufstellung wird indess der Uebersicht merklich zu Hülfe kommen.

*) Ich muß hier ein für alle Mal erinnern, daß Herr Ritter, so wie in allen seinen frühern Aufsätzen, so auch in diesem und den beiden vorigen Briefen an mich, durchgängig der bisher gewöhnlichen Construction der Säule und Benennung der Pole treu geblieben ist. (Vergl. S. 213 und auch §. 158 dieses Aufsatzes.) Ueberall, wo in diesem Briefe vom Silber- oder Kupferpol die Rede ist, ist daher der *negative* oder *Hydrogenpol*, der *wahre Zinkpol*, (vergl. S. 163,) darunter zu verstehen; und wo vom Zinkpol gesprochen wird, ist der *positive* oder *Oxygenpol*, (der *wahre Silber- oder Kupferpol*,) gemeint. Dieses muß man vor Augen behalten, um sich nicht zu verwirren, weshalb es auch auf den beiden zu diesem Aufsatze gehörigen Figuren der 6ten Kupfertafel angedeutet ist. Ritter's Säulen haben den wahren Zinkpol, (seinen Silberpol,) zu *unterst*, und den wahren Silberpol, (seinen Zinkpol,) zu *oberst*. d. H.

37. Es war am 7ten Dec. v. J., (bis zu welcher Zeit ich seit dem Sept. desselben Jahres keine Versuche angestellt hatte,) als auch ich an einer Zink-Silber-Batterie von 84 zum ersten Mahle den galvanischen Funken sah, den Tages vorher Herr Hofrath Voigt an derselben Batterie, und ebenfalls zum ersten Mahle, bemerkt hatte, indem die ganzen Septemberversuche hindurch aus erklärlichen Ursachen keinem von uns etwas dergleichen zu Gesichte gekommen war. Die Möglichkeit eines solchen Funkens bei der galvanischen Batterie und der Mechanismus der Bedingungen seiner Entstehung bei electrischen Geräthschaften, hatten mich bereits bei dem ersten Lesen des Aufsatzes von Nicholson in den *Annalen*, B. VI, wo sich S. 353 die erste Nachricht von einem galvanischen Funken befindet, auf die Vermuthung gebracht, daß der Mechanismus jener Bedingungen von dem derer, die bei der galvanischen Batterie Statt haben müssen, nicht verschieden seyn würde. Kurz, Henry's, (a. a. O., S. 373,) Versicherung, daß der Galvanismus der Batterie durchaus durch keine Luft hindurchwirke, ungeachtet, und ungeachtet ich selbst bei meinen frühern Versuchen, (vergl. Voigt's *Magazin*, B. II, S. 367,) weder einen Funken gesehen, noch irgend eine andere galvanische *Actio in distans* wahrgenommen hatte, noch sonst jemand etwas zum Letzten Gehöriges hatte hören lassen, glaubte ich überzeugt zu seyn, daß nur die bisherige Schwäche der Batterie eines, und die Unbeholfen-

heit der Mittel andern Theils Schuld daran seyn könne, wenn es nicht gelänge, auch beim Galvanismus darzustellen, was man bei jedem andern Spiele höherer Kräfte bisher anzutreffen gewohnt war: *Anziehung und Abstoßung*. Die nunmehr eigne Ueberzeugung von der Wirklichkeit galvanischer Funken brachte mir diese frühere Betrachtung von neuem ins Gedächtniß zurück, und ich glaubte nun nicht weiter damit säumen zu dürfen, das Nöthige zu ihrer praktischen Prüfung sogleich ins Werk zu setzen. Ich stellte daher noch am nämlichen 7ten Dec. v. J. folgenden Versuch an.

38. An den mit dem *Silberende* der Batterie verbundenen Metalldraht brachte ich ein 4 bis 5 Linien langes und kaum 1 Linie breites Streifchen gemeinen Blattgoldes dergestalt an, daß es noch in ziemlichem Grade beweglich blieb, und beim Hin- und Herbewegen der Drähte noch fast gleich einem Pendel schwingen konnte. Ein ähnliches brachte ich an den das *Zinkende* der Batterie repräsentirenden Draht. Beide Drähte näherte ich vermittelst isolirender Handgriffe einander so weit, daß die an ihren äußern Enden befindlichen parallel hängenden Goldblättchen noch um ungefähr 1 Linie von einander entfernt waren. In dieser Entfernung fingen die untern Spitzen der Goldstreifen an, sich *eine nach der andern mit zunehmender Geschwindigkeit hinzubewegen*, bis sie zuletzt, während die Drähte, welche sie trugen, unbewegt blieben, wirklich *gegen einander schlugen* und so die Kette schlossen.

Ich wiederholte den Versuch oft, und immer mit dem nämlichen Erfolge. Er gelang selbst, wenn ich die beiden beweglichen Drähte nicht vermittelst Isolatoren, sondern einen oder beide zugleich unmittelbar mit meinen Händen anfaßte, nur dafs, und besonders im letzten Falle, die Wirkung beträchtlich geschwächt wurde.

39. Ich stellte den vorigen Versuch in freier Luft an. Aber es kostete nicht wenig Mühe, um durch Anhalten des Athems, durch Schützung vor Luftzug, Festigkeit der Hände in der Haltung der Drähte u. dergl., fremde Bewegungen der Goldblättchen zu verhüten, die sich mit denen von der Batterie als galvanisch verursachten so leicht vermischen und feste Resultate unmöglich machen konnten. Ich überwand diese Schwierigkeiten sämmtlich dadurch, dafs ich beide Drähte schief *in den innern Raum des ersten besten trocknen und reinen Weinglases* leitete, so dafs die beiden, ihrer Beweglichkeit zufolge noch immer parallel bleibenden Goldstreifen, sich ungefähr 1 Zoll unter dem Rande des Glases befanden. Die Drähte lagen beide auf letzterm fest auf, ich selbst beobachtete die beiden Goldstreifen unter einer Höhe mit ihnen, und so konnte nichts den Versuch mehr stören. Sein Erfolg war der bereits erwähnte, und sehr constant.

40. Doch war noch eine nicht selten entstehende ungleiche Beweglichkeit eines oder beider Goldblättchen Schuld daran, wenn noch immer zuwei-

len der Versuch das eine Mal nicht ganz wie das andere ausfiel. Auch diesem Umstande begegnete ich, indem ich den Goldstreifen an dem einen Drahte weg-, und *das Ende des einen Drahts nun unmittelbar auf die Spitze des Goldstreifens am Ende des andern*, oder umgekehrt, wenn man will, wirken liefs. So war der Erfolg gesicherter, und hatte selbst an Intensität bedeutend gewonnen. Es war einerlei, an welchem von beiden Drähten sich der Goldstreifen befand; gewöhnlich hatte ich ihn am Zinkdrahte, weil er mir da eben am bequemsten war. Dafs übrigens bessere Isolation der Drähte auch hier der guten Sache beförderlich, schlechtere hingegen, oder halbe Leitung, wie beim Halten der Drähte mit den Händen, wenn sie auch trocken sind, nachtheilig gewesen sey, versteht sich von selbst.

41. Alle Bequemlichkeiten in einer endlich, vereinigte die Anwendung einer *Luftpumpenglocke*, (Taf. VI, Fig. 1) die oben sowohl, als an der Seite, mit einer Messinghülse versehen war, durch deren jede ein genau passender, ebenfalls messingener Stempel in einer Lederbüchse so weit in die Glocke hineingebracht werden konnte, als man wollte. An das innere Ende des obern Stempels befestigte ich einen etliche Zoll langen und dabei dünnen schmalen Streifen Blattgold, und richtete jenen so, dafs das (stumpfe) Ende des an den Seitenstempel befestigten Drahtes, bei der Entfernung von etlichen Linien von der untern Spitze des Goldstreifens, dieser fast horizontal

gegenüber zu stehen kam. Den mit dem innern in ununterbrochener Zuleitung stehenden äußern Theil des obern Stempels verband ich darauf mit dem Silber-, den ähnlichen äußern des Seitenstempels aber mit dem Zinkdrahte der Batterie, und näherte nun durch allmähliges Einwärtschieben des letztern vermittelt seines isolirenden Handgriffs, dessen Spitze der des Goldblattstreifens so weit, bis dieser anfang, seine perpendiculäre Richtung zu verlassen, und sich nach dem ihm gegenüber stehenden Ende des nunmehr die Zinkseite der Batterie repräsentirenden Seitenstempels hinzubiegen. Dies geschah schon in einer Entfernung von mehrern Linien. Nur einer kleinen Näherung des letztern bedurfte es nun noch, um den Goldstreifen vollends zum gänzlichen Ueberspringen und Anschlagen an den Seitendraht zu bewegen. Die mit der beschriebenen Vorrichtung erreichte vollkommene Isolation der Drähte und ihrer Repräsentanten und vorzüglich auch die größere Länge und die dadurch begründete Sensibilität des Goldstreifens, mochten zu dieser Vergrößerung der Sphäre des Sichtbarwerdens der galvanischen Anziehung beitragen. — Der Erfolg war derselbe, wenn ich die Drähte verwechselte, und den Zinkdraht der Batterie mit dem obern, den Silberdraht aber mit dem Seitenstempel der Glocke in Verbindung setzte.

42. Ich nenne der Kürze wegen den obern Stempel der Glocke, (Taf. VI, Fig. 1.) oder vielmehr dessen äußern Theil, *A*, den auf der Seite befindlichen auf

ähnliche Weise B , den Silberdraht der Batterie α , den Zinkdraht derselben b , den Goldblattstreifen an dem innern Ende des obern Stempels, oder, bestimmter, die untere Spitze dieses Streifens α , und das stumpfe, α gegenüber befindliche Ende des an B inwendig angebrachten Drahtes β . Ich sagte vorhin, daß, wenn β bis auf eine gewisse Weite α nahe kam, α anfang sich nach β hinzubiegen, und es nur noch einer kleinen weitem Vorrückung β 's erforderte, damit α wirklich nach β übersprang und an dasselbe anschlug. Sie wurde erfordert; denn ließ ich sie weg, so *verharrte*, bei übriger Ruhe des gesammten Apparats, α in der einmahl erlittenen *Biegung* nach β so lange, als (bis auf die vorhandene und sich erhaltende Distanz zwischen α und β ,) übrigens die Kette der Batterie geschlossen, d. i., α mit A und b mit B in Verbindung blieb. Es stand bei mir, diese Biegungen und die damit verbundenen Annäherungen α 's an β , durch kleine Veränderungen in dem absoluten Stande β 's vermittelt oft fast unmerklicher Vor- oder Zurückbringungen des Stempels B , so groß oder so klein zu machen, als ich wollte.

43. War in irgend einem der vorigen Versuche α mit β wirklich in Berührung gekommen, und so die Kette geschlossen, so *hingen* beide oft mit *einer Festigkeit zusammen*, die ein nach Umständen einen halben, einen ganzen Zoll und darüber, betragendes Zurückziehen des Stempels B erforderte, um α und β wieder zu trennen. Aber hiervon so wenig, als von etwas anderm war die Rede, sobald weder

A mit *a* noch B mit *b* verbunden war. Entfernt von allem, was Galvanismus heisst, übten beide Theile, *a* wie *β*, hier auf einander nicht mehr aus, als ihnen als isolirten Theilen der Erde überhaupt zukommt. Anziehung beider war durchaus nicht zu bemerken, so gewiss auch sonst ihnen ein Minimum davon zukommen mag, was bei solcher Kleinheit der sie gegenseitig äussernden Individuen aber nur durch Maxima der Vergrößerung deutlich werden kann, — und selbst der Zusammenhang, der aus diesem Minimum der Anziehung für beide folgen muss, und sonst weit leichter merklich wird, war nicht selten so unbedeutend, dass er bei der Agilität dieses Apparats für den Sinn gewöhnlich ganz waghiel, und nur bei gröfserer Aufmerksamkeit demselben wirklich wahrnehmbar wurde. Bei jedem bedeutenden vorigen wie folgenden Versuchs stellte ich diesen Gegenversuch an, und ein Mahl wie das andere versicherte er mich, dass, was ich bei erstem sah, bis auf ein Unmerkliches, rein dem Galvanismus meiner Batterie zuzuschreiben war.

44. Die bisherigen Erscheinungen waren um so lebhafter und entschiedner, je vollkommner die Isolation der ganzen Batterie war. War diese so gut und reinlich gebauet, dass durch den Druck der obern Plattenlagen keine aus den Pappen ausgepresste Feuchtigkeit an den Seiten derselben bis auf ihren Fuss herabfliessen konnte, so waren die etlichen Platten Glas, auf denen gewöhnlich die allerunterste Metallplatte ruhte, schon hinlänglich, die Isolation

aufs beſte heranzustellen und zu erhalten, hatte aber, und dies war in den frühern Verſuchen der öftere Fall, dieſe Reinlichkeit nicht in gehörigem Grade ſtatt, ſo that das Stellen der ganzen Batterie ſammt ihrem Fuſſe auf eine größere Platte Glas, oder auch das Stehen derſelben auf gläsernen Füßen alles, was man verlangen konnte. Bei allen hier vorkommenden Verſuchen iſt jederzeit auf die eine oder andere Weiſe für die gehörige vollkommne Iſolation geſorgt worden.

no. 45. Bei electriſchen Erſcheinungen verhalten ſich die Wirkungskreiſe in verſchiednen Medien wie Schlagweiten in denſelben. — Gleich dem electriſchen Funken ſetzt auch der galvaniſche eine Schlagweite nothwendig voraus, ſey ſie auch gewöhnlich ſo klein, daſs ſie den bisherigen Beobachtern eben ſo gewöhnlich entging. Die Schlagweiten für Electricität ſtehen im umgekehrten Verhältniſſe mit dem Grade, in welchem jene verſchiednen Medien iſoliren. Die Iſolationen wie die Leitungen für Galvanismus gehen, (bis auf wenige und, wie ſich wohl zeigen läſst, zuletzt doch nur ſcheinbare Ausnahmen,) völlig parallel denen für Electricität, und was die letztern modificirt, thut es auch mit jenen. Mindern Iſolationen für Electricität müſſen daher auch größere galvaniſche Schlagweiten und, was dieſe begründet, größere galvaniſche Wirkungskreiſe entſprechen. Verdünnte Luft iſolirt die Electricität minder, als die Atmoſphäre bei dem gewöhnlichen Grade ihrer Dichtigkeit, wie

diese wieder minder als im Zustande größerer Verdichtung. In verdünnter Luft müssen also auch die galvanischen Wirkungskreise von größerer Ausdehnung seyn, als in gewöhnlichen, d. h., alle im Vorigen, (38 — 44,) erzählten Phänomene müssen unter übrigens gleichen Umständen in ersterer weit lebhafter vor sich gehn als in letzterer. Herr Hofr. Voigt, dem ich diese Idee mittheilte, machte es mir leicht, mich hiervon zu überzeugen. Wir brachten die oft genannte Glocke sammt ihrem Zubehör auf den Teller der *Luftpumpe*, und fingen an, durch Pumpen in ihr die *Luft zu verdünnen*. Es war auffallend, wie schon nach wenig Zügen die *In- und Extensität der Wirkungen in allen Versuchen merklich zunahmen*, bei jedem der folgenden fortwuchsen, und endlich bei einer Verdünnung, die Herr Hofrath Voigt zur 400fachen schätzte, eine Gröſſe erreichten, die meine Erwartung übertraf, und, auf die Entfernung gesehen, in der jetzt die Wirkung von α auf β auf einander sichtbar wurde, recht gut das Doppelte und Dreifache derselben in atmosphärischer Luft von der gewöhnlichen Dichtigkeit, ausmachte. Die Gröſſe und Leichtigkeit, mit der hier alles geschah, lieſs außerdem noch Versuche positiv werden, die, da unsre Batterie zur Zeit dieser Versuche an Wirkſamkeit schon beträchtlich verloren hatte, ohne diese Art von Mikroskop, zumahl bei einer ersten Anſtellung derselben, nicht so leicht gewesen seyn würden, und da bei dessen Anwendung auch eine Vergrößerung des

minder Schwierigen nicht schaden konnte, so habe ich auch von diesen mehrere unter Umständen angestellt, die sonst zu ihrem Gelingen wohl eben nicht so nöthig gewesen wären. Späterhin indess bei größern und wirksamern Batterien, als die war, die ich in dieser ersten Zeit gebrauchte, konnte ich dieses Vortheils ganz entübrigt seyn, und es ist kein Versuch, welchen ich früher zuerst im luftdünnen Raume anstellte, der mir nicht in der Folge auch in der gewöhnlichen Atmosphäre eben so gut gelungen wäre. Nur um Ihnen begreiflich zu machen, wie ich früh schon mich mehrerer Versuche bemächtigen konnte, die selbst in der Folge fürs erste Mahl mit oft nicht geringen Schwierigkeiten in der Ausführung verbunden waren, gedachte ich jener Vergrößerung galvanischer Wirkungssphären im luftdünnen Raume noch so weitläufig. Doch war auch das Factum an sich schon einer solchen Erwähnung nicht unwerth.

46. Ich fahre fort. Es war, damit α und β ihre volle Wirkung in 41 auf einander äuserten, nicht nöthig, daß a zuvor mit A und b mit B verbunden, und dann β vermittelt B dem Goldblattstreifen α genähert wurde. Ich konnte umgekehrt anfangen, d. i., α und β zuerst in diese Wirkungsnahe bringen, und erst darauf a mit A und b mit B , oder ich konnte auch a oder b zuvor mit A oder B , dann α und β , und zuletzt b oder a mit B oder A , zusammenbringen: immer kam es zu demselben Resultate.

47. In diesen wie in den vorhergehenden Versuchen ist die jedesmahlige Wirkung ein *Zusammengesetztes aus Zweien*. Läßt sich aber bei der Electricität u. s. w. die ähnliche *in ihre Theile zerlegen, und jeder besonders darstellen*, warum nicht auch hier, da beide sich überall parallel gehen? — Die Antwort liegt nahe. Ich setze dazu bloß den einen Draht der Batterie, also z. B. *a*, mit dem ihm entsprechenden Stempel der Glocke, *A*, in Verbindung und nähere darauf den beweglichen Stempel *B* mit seinem Ende *β* allmählig dem an *A* befindlichen Goldstreifen *α*. In einer Entfernung, die kleiner als die, in der *α* und *β* in den vorletzten Versuchen auf einander wirkten, immer aber zur Hälfte so groß ist, als diese, fängt *α* an, sich hin nach *β* zu bewegen, bis es entweder noch in einiger Entfernung von *β* stehen bleibt, oder auch, wenn man *β* weit genug vorgerückt hatte, ganz an dasselbe anschlägt. Dasselbe geschieht, wenn man, statt *a* mit *A*, *b* mit *B* verbindet, und auf dieselbe Weise verfährt. Doch ist hier die Wirkung bedeutend schwächer, als im ersten Falle. Uebrigens ist deutlich, daß, da im Ganzen auch die Hälften enthalten sind, bei der Construction der vorigen Versuche, auch diese mit ihrem Erfolge häufig vorkommen mußten, nur daß ich ihrer erst jetzt erwähnen durfte.

48. Der Erfolg des vorigen Versuchs ist *derselbe*, wenn man *nicht erst a mit A* verbindet, sondern *zunächst β* in die aus dem Vorigen bekannte, *Nähe, von α bringt*, und darauf erst nach Belieben *α* mit

A oder *b* mit *B* in Verbindung setzt. Die Wirkung ist *stärker*, wenn man den eben in den Versuch eingehenden Draht mittelst eines vollkommenen *Isolators*, wie Glas, an den ihm zugehörigen Stempel der Glocke bringt, als wenn es mit der bloßen Hand, so trocken sie auch sey, geschieht, und in beiden Fällen wieder war die Wirkung grösser, wenn der Versuch mit *a*, als wenn er mit *b* angestellt wurde. Wie viel die *gute Isolation* in diesem Versuche thut, zeigt noch dies, daß im letztern Falle, wo man den Draht mit der Hand an den ihm entsprechenden Stempel bringt, die Wirkung dennoch fast *eben so beträchtlich* ist, wie im ersten Falle, wenn man den Draht *a* oder *b* aus einer kleinen Entfernung auf *A* oder *B* herabfallen läßt. Der fast unmerklich kleine Aufenthalt dieses Drahts in einem ihn gleichförmig isolirenden Medium ist schon hinlänglich, durch den nun möglichen neuen schnellen Ersatz dessen, was er vorhin continuirlich verlor, in denselben Grad von Wirkungsstärke zurück versetzt zu werden, den er vor einem solchen Verluste oder ohne einen solchen zu zeigen gewohnt war. Ein bloßes Heranbringen des Drahtes an *A* oder *B* mit derselben Schnelligkeit, als die, mit der derselbe auf *A* oder *B* herabfiel, aber in beständiger Begleitung der Hand des Experimentators, ersetzt die Wirkung jenes kurzen Alleinseyns des Drahts in der Luft bei weitem noch nicht.

49. Die bisherigen Versuche betrafen die galvanische *Anziehung*. Die Drähte, die ich mit der
Bat-

Batterie verband, erhielten von ihr etwas, das ich einstweilen X nennen will, und dieser Gehalt an X war es, der sie und die weiter mit ihnen verbundenen Leiter zu den erzählten Versuchen bestimmte. Jeder Draht einzeln erhielt etwas von dem Ende der Batterie aus, mit dem er in Verbindung stand; dies zeigen die Versuche in 47: aber es war im einen ein anderes, als im andern, und nicht bloß verschieden vom andern, sondern ihm geradezu entgegengesetzt; dies zeigt die wenigstens doppelt stärkere Wirkung bei der Wirkung eines Drahts auf den andern, als jedes derselben auf einen fremden X leeren Körper; vergl. gleichfalls 47. Es giebt somit ein $+ X$ und ein $- X$, und die vorigen Versuche beschreiben das Phänomen der *Anziehung*, die sie, als *Entgegengesetzte*, auf einander äußern.

50. Wie aber überall sich das Entgegengesetzte anzieht, so muß auch das Gleichartige gegenseitig sich abstoßen. Das Phänomen der *Abstoßung* kann somit auch der galvanischen Batterie nicht fremd seyn, und Sie wissen, wo es zu suchen ist. — Ich baue zwei Batterien, jede von 80 bis 100 Lagen, doch beide gleich groß, und setze dann mit A den Silber- (oder Kupfer-) Draht der einen Batterie, mit B den Silberdraht der andern in Verbindung, und bringe darauf B durch Einwärtsbewegung seines Stempels B vermittelt dessen isolirenden Handgriffs gegen β . Jetzt kommt β bei α 's Näherung ihm nicht mehr entgegen, wie vorhin, schlägt nicht mehr an dasselbe an, sondern es flieht im Gegentheil

le vor ihm, kurz: α und β stoßen, in jedem Sinne des Worts, *sich gegenseitig ab*.

51. Wie eben die Silberdrähte, so setze ich jetzt die Zinkdrähte beider Batterien mit A und B in Verbindung. β flieht jetzt vor α eben so, wie in 50, kurz: beide *stoßen sich* auch hier wieder ab.

52. Diese Versuche gelingen *eben so gut*, wenn man *erst* α und β in die aus dem Vorigen bekannten Wirkungsöhen zu einander bringt, und erst hierauf mit dem einen oder dem andern von beiden gleichnamigen Drähten analog 48 den Versuch schließt.

53. Ohne Verbindung mit der Batterie würden in allen vorigen Versuchen die Drähte α und β nichts gethan haben. Mit dem Augenblicke dieser aber repräsentirten sie das Ende der Batterie, mit dem sie in Zusammenhang kamen. Wodurch könnte dies anders möglich seyn, als durch *Mittheilung* des X des jedesmahligen Endes der Batterie an sie, durch Uebergang desselben aus jenem in diese? — Die beiden X also, von denen bisher die Rede war, waren $+$ und $-$ X durch *Mittheilung* entstanden; ich will sie der Kürze wegen mit $+X$ und $-X$ bezeichnen. Dieses $\pm X$ äußerte sich in allen vorigen Versuchen immer nur, während die Träger, Behälter . . . derselben, die oft genannten Drähte, mit der Batterie, von der sie es erhielten, noch in Verbindung waren. Aber diese Bedingung ist ganz und gar nicht so nothwendig. Statt einer Menge von Versuchen, die ich dafür

herbeibringen könnte, nur die radicalen von ihnen, auf die sich alle übrigen doch zuletzt würden reduciren lassen.

54. Ich entferne β von a so weit, daß der mögliche Wirkungskreis von a bei aller Stärke der Batterie, wenn sie durch a mit A in Conflict gebracht ist, β nicht zu erreichen vermag. Ich berühre darauf A mit dem Silberdrahte a , und entferne ihn wieder davon. Jetzt nähere ich β dem Blattgoldstreifen a allmählig; a wird ihm aus einer beträchtlichen Entfernung entgegen kommen und auch wohl selbst an dasselbe anschlagen. Hatte ich aber A nach der Berührung mit a und der Wiederentfernung davon mit meiner Hand oder einem andern Leiter berührt, so war durchaus nichts zu bemerken, und der Versuch war so gut ohne allen Erfolg, als wenn man mit A ganz und gar nichts vorgehabt hätte.

55. Ich wiederhole diesen Versuch, nur daß ich dazu den Zinkdraht b der Batterie mit A oder B verbinde, übrigen aber wie in 54 verfare. Der Erfolg ist der nämliche.

56. Ich berühre A auf einen Augenblick mit dem Silberdrahte a , und B eben so mit dem Zinkdrahte b , entferne aber beide sogleich wieder von A und B . Ich nähere darauf β gegen a ; a kommt β entgegen, und aus einer weit größern Entfernung als vorhin. Aber nach einmahligem Berühren a 's mit β kommt kein zweites zu Stande. Das geschah nur, als A und B noch mit der Batterie in reellem Zusammenhange standen, und, so augenblicklich

wieder bekamen, was sie hier ebenso augenblicklich, aber ohne es wieder zu bekommen, an einander verlieren.

57. Ich nehme zwei Batterien in den Versuch, und lade, — so darf ich nun sagen, — *A* und *B* beide durch momentane Berührung und Wiederentfernung der beiden Silberdrähte *aa* der Batterien. Bei der Gegeneinanderbringung α 's und β 's stoßen diese sich gegenseitig ab.

58. Ich wiederhole diesen Versuch mit den beiden Zinkdrähten *bb* der erwähnten Batterien. Auch hier stoßen sich α und β gegenseitig ab.

59. Ich berühre *A* erst mit dem Silberdrahte *a*, und kurz darauf schnell und auf einen Augenblick mit dem Zinkdrahte *b* derselben oder einer zweiten Batterie, und nähere dann α und β einander. Aber keine Wirkung ist da; α bleibt so ruhig, als vor allem Versuche; ich kann es mit β berühren, und es bleibt neutral. So hebt das *X* des einen Drahts das des andern bei genauem Versuche auf.

60. Ich kehre den Versuch um, und bringe *b* zuerst an *A*, dann *a*, und verfähre übrigens, wie vorhin. Aber α ist und bleibt tod.

61. Merkwürdig ist es, daß, während *A* oder *B* mit *a* oder *b* der Batterie noch in Verbindung stehen, und sie so dem ersten Anscheine nach das Maximum von *X*, das ihnen bei solchen Gelegenheiten überhaupt werden kann, enthalten müssen, sie doch dies beträchtlich schwächer aufsern, als nach der Trennung und Wiederentfernung α 's oder

b's von ihnen, und daß alles, was beim Versuche selbst auf das Gegentheil schließen lassen könnte, sich nur darauf reducirt, daß das Goldblättchen *a*, oder wer sonst der mit *X* zurückgebliebene Körper sey, (das oder der ununterbrochen etwas von seiner Ladung an die umgebende Luft u. s. w. abgibt, und dadurch an Intensität desselben verliert,) bis dahin, daß es wirklich zum beabsichtigten Versuche kommt, bereits so viel verloren hat, daß die Intensität seiner Ladung geringer oder wenigstens kaum noch so groß ist, als die, die er vor der Trennung von *a* oder *b* besaß. Ich muß dies durch Beispiele erläutern. Sie werden Ihnen einen Begriff davon geben können, wie weit die Delicatelie oft geht, mit der man Versuche von der Art, wie ich sie in diesen Briefen zu beschreiben habe, zu behandeln hat, wenn man nicht bisweilen auf die unschuldigste Weise in Irrthümer verfallen will, die doch zuletzt wieder keine sind, und nur dazu da waren, um den Beobachter beständig in der gehörigen Aufmerksamkeit zu erhalten.

62. Ich nähere nach der Verbindung und während derselben *A*'s mit *a* oder *b*, β dem Goldblatte *a* so weit, daß β dergestalt gegen *a* umgebogen ist, daß nur wenig noch fehlt, um ganz an β anzuschlagen. Ich trenne jetzt *a* (oder *b*) von *A*. In dem Augenblicke nähert sich *a* dem Drahte β schnell noch mehr, und schlägt wirklich an denselben an.

63. Ich bringe während einer ähnlichen Verbindung *A*'s mit *a* oder *b*, β dem Streifen *a* nicht

ganz so nahe, wie vorhin; bestimmter: nur so nahe, daß bei der Trennung a 's oder b 's von A , a nicht wirklich bis zu β überschlägt; eine Entfernung, die ich im Versuche selbst leicht auffinde. Ich trenne wirklich. In dem Augenblicke versucht a nach β hinzugehen; es bekommt gleichsam einen kleinen *Stoß* nach ihm hin; aber dieser ist zu *schwach*, es bis ganz hin zu bringen; es dreht unterwegs, noch ehe es β erreicht, wieder um, und fällt langsam in seine allererste Lage vor allem Versuche zurück.

64. Ich stelle denselben Versuch an, nur bringe ich β dem Streifen a wieder nicht ganz so nahe, wie eben. Ich treffe eine Entfernung, bei welcher, wenn a oder b von A getrennt wird, a scheinbar auch nicht einmahl mehr versucht, nach β hinzugehen, sondern auf einige Augenblicke von dem der Trennung an, *ruhig*, in seiner bekommenen Lage beharrt, und darauf, erst langsam, dann schneller, zurückgeht, und seinen Ort vor allem Versuche wieder einnimmt.

65. Ich nähere a dem β noch weniger, als im vorigen Versuche. Jetzt bleibt a bei der oft genannten Trennung auch nicht einmahl mehr erst einige Augenblicke in seiner alten Lage gegen β , sondern es *entfernt sich sogleich von ihm*, doch in den ersten Augenblicken bedeutend langsamer, als in den folgenden, in welchen es ganz in seine anfängliche Lage zurückkommt.

66. Je weiter α von β bei der Trennung a 's oder b 's von A entfernt ist, desto schneller entfernt sich α bei der Trennung sogleich in den ersten Augenblicken von β .

67. Doch bringt in den Fällen 62 und 63 derselbe Unterschied in den Gröſsen der Entfernung eine weit beträchtlichere Wirkung auf α , der zu Folge es nach β hin bestimmt wird, hervor, als derselbe Unterschied in 65 und 66, in Hinsicht auf das langsamere oder schnellere Zurückgehen in die anfängliche Lage. Dieser Einfluss wird im ersten Falle um so gröſſer, je kleiner die Entfernungen α 's von β sind, und im zweiten um so kleiner, je gröſſer diese Entfernungen sind.

68. Alle diese Erfahrungen, 62 bis 67, so sehr sie einander in Bezug auf das in 62 Angegebene zu widersprechen scheinen, sind doch zuletzt nur eben so viele Bestätigungen davon. Was jenen Schein von Widerspruch erzeugte, ist nichts, als der Umstand, daſs jedes Phänomen eigentlich ein zusammengesetztes ist aus zweien, wovon das eine in dem wirklichen Gröſſerwerden der Menge von (freiem) X in A bei jeder Trennung a 's oder b 's von A , das zweite aber in dem beständigen allmählichen Ausströmen von X aus seinem Träger A , und dadurch Verminderung seiner absoluten Menge in diesem während des Versuchs, besteht. Bei jedem dieser Versuche sind beide Factoren gegenwärtig, und nur das verschiedene Verhältniſs ihrer zu einander be-

stimmt, so scheint es, das Verschiedne des Erfolgs im einen und im andern Falle.

69. Der erste Umstand, die wirkliche *Vermehrung von X in A* bei der *Trennung desselben von a oder b* ist aus 62 aufs triftigste erwiesen; und wir werden bald sehen, wie er sich auch in 63 bis 67 wieder findet. Der zweite, eine *Abnahme des in A vorhandenen X*, zu Folge einer *beständigen Ausströmung desselben* aus ihnen, ist es noch nicht so. Aber hier ist der Beweis. — Ich berühre *A* mit *a*, nehme *a* wieder weg, und bringe *β* *sogleich* gegen *a*. Es hat zwischen beiden die gewöhnliche *starke Anziehung* statt.

70. Ich wiederhole den Versuch, *warte aber 10 Sekunden*, ehe ich *β* gegen *a* bringe. Ich thue es sodann mit derselben *Geschwindigkeit u. s. w.*, wie irgend vorher. Aber die *Anziehung zwischen beiden* ist bei weitem *nicht mehr so stark*, wie ohne diese *Zögerung*.

71. Ich wiederhole ihn noch einmahl, und *warte 30 Sekunden*, ehe ich *β* gegen *a* bringe. Es ist noch *größere Schwächung* da. Doch nach *Verhältniß der Zeit* ist sie nicht ganz so groß, als man sie dem Versuche 70 nach erwarten sollte, d. h., sie ist bei weitem nicht die dreifache von der in 70.

72. Ich verziehe bei einer dritten *Wiederholung 60 Sekunden*, bis ich *β* gegen *a* bringe. Aber kaum ist die *Schwächung der Anziehung* hier mehr *größter*, als in 71 bei 30 Sekunden *Zögerung*.

73. Ich stelle die Versuche 69 bis 72, wie jetzt mit a und A , nun auch mit b und A , (statt B , der Einerleiheit der Umstände wegen,) an. Aber die Resultate sind durchaus die nämlichen.

74. Aus 69 bis 73 folgt, daß das X , das ein leitender Körper bei der Verbindung mit diesem oder jenem X -haltenden Ende oder Theile der Batterie von ihr mitgetheilt erhalten hatte, nach der Trennung von ihm, (so gut, wie schon während des in Berührung Bleibens mit ihm, in welchem Falle nur immer wieder ersetzt ward, was sich in unserm Falle sogleich als Mangel ausdrückt,) durch Ausströmung nach aussen nach und nach um ein Beträchtliches vermindert wird; daß diese Verminderung langsamer vor sich geht einige Zeit nach der Trennung, als in den Augenblicken sogleich nach ihr; und daß sie für diese ersten Augenblicke so stark seyn müsse, daß sie als etwas zu betrachten ist, was auf Versuche von so delicatesr Beschaffenheit, wie die unsrigen, den bedeutendsten Einfluß hat.

75. So sehen wir auch, welchen Antheil sie an dem Erfolge der Versuche 62 bis 67 haben müsse. Die Quantität freies nach aussen wirkendes X in A ist grösser nach der Trennung a 's (oder b 's) von A , als vorher. Aber A verliert auch, — besonders wegen der vielen Spitzen und scharfen Ecken des mit ihm zusammenhängenden a 's, — immerfort X . Wachsen von X war auf fast einen Moment eingeschränkt; die Abnahme des herbeigebrachten durch Ausströmung u. s. w. dauerte fort. Es sind folgen-

de Fälle möglich. A verliert bei der Trennung von α eben so viel, als es gewinnt. Im ersten Falle bleibt α , das vorher bereits gegen β inclinirte, für den ersten Augenblick an seinem vorigen Orte; weil es aber fortfährt zu verlieren, ohne zu gewinnen, muß es nach und nach schwächer auf β wirken, d. h., es kann nicht mehr mit der vorigen Stärke gegen β gezogen werden, und muß so natürlich rückwärts gehen. Vergleiche 64. Im zweiten muß es stärker auf β wirken. Es muß sich also gegen dasselbe hinbewegen, ihm näher, als zuvor, kommen. Aber es verliert doch gleichfalls. Hier sind der Fälle wieder zwei möglich. Das X in A oder seinem Repräsentanten α wirkt, wie alles, was anzieht, auf β in einem bestimmten umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen von ihm. Dasselbe α mit einer größern Quantität X , das jetzt etwas nach β hingezogen wird, kann in einem der folgenden Augenblicke mit weniger X doch noch eben so stark von β gezogen werden, als vorhin, eben der geringern Entfernung wegen. Ja, es kann so kommen, daß der Stoß gleichsam, den α wegen des Ueberschusses des Wachstums von X über die Abnahme desselben, erhält, es so schnell gegen β bewegt, daß in dem genannten folgenden Augenblicke das α mit weniger X in größerer Nähe bei β noch stärker gezogen wird, als im vorigen. Hier kommt zu dem noch fortwirkenden ersten Stoße noch ein neuer; es ist daher für den dritten dasselbe bestimmt, was durch den ersten für den zweiten bestimmt war,

durch diesen dritten dasselbe für den vierten, u. s. f. α muß somit nothwendig zuletzt ganz an β herankommen und an dasselbe anschlagen. Dies ist der Fall in 62. Oder aber: α wird im ersten Augenblicke, des vorhin gedachten Ueberschusses wegen, zwar nach β hinbewegt, aber der Schwäche wegen, mit der es geschieht, nicht so weit, daß in einem zweiten bestimmten Augenblicke jenes α mit weniger X noch eben so stark, viel weniger noch stärker von β angezogen würde, als mit mehr X in der vorigen größern Entfernung. Hier wird auf eine ähnliche, nur umgekehrte Weise, wie vorhin, im zweiten Augenblicke kein neuer Stofs hinzukommen; α verliert fort; es muß zuletzt noch seiner eignen Schwere zu Folge aufhören, sich gegen β hinzubewegen, darauf sogar umkehren, und am Ende in die Lage vor allem Versuche zurückkommen. Dies ist der Fall in 63. Ein mittlerer Fall kann auch nur das Gleiche hervorbringen. Denn wird α mit weniger X in einem folgenden Augenblicke in größerer Nähe an β auch noch eben so stark, als mit mehr X in geringerer angezogen, so bekommt es doch keinen neuen Stofs, und eben so wenig in einem der folgenden Augenblicke. Die Schwere des Blättchens macht den noch fortwirkenden ersten Stofs immer matter, hebt ihn endlich ganz auf, und das Blättchen muß zuletzt ebenfalls wieder zurück. Der dritte der zuerst genannten Fälle muß endlich, wie es nun gar keiner Erklärung weiter bedarf, geradezu ein mit dem Moment der Tren-

nung beginnendes Zurückgehen des Blättchens, ohne allen Versuch, zuvor erst etwas gegen β hinzugehen, zur Folge haben, und die Anziehung von β aus, und was daraus erfolgt, muß höchstens dieses Zurückgehen retardiren können, wird aber doch auch dies um so weniger zu thun vermögen, je schwächer sie selbst ist, d. i., je weiter α von β bei der Trennung entfernt ist; daher auch das wirklich in solchen Fällen beobachtete schlechtere Zurückgehen von α bei grösserer als bei geringerer Entfernung. Vergleiche 65 bis 67.

76. Ich habe keinesweges noch alle Umstände, die hier von Einfluß sind, so detailliren können, wie eine mathematische Darstellung derselben sie zu fordern hätte. Aber es muß nun leicht seyn, was ich am Ende wohl nur aus Mangel an Raum und Zeit nicht anführen konnte, selbst aufzufinden und anzuwenden. So z. B., je näher α bei der Trennung von β ist, desto weniger braucht mehr X in diesem Augenblicke gekommen zu seyn, als verloren geht, denn in desto größerm Verhältnisse, was ohne dies schon an sich bei weitem ein größeres als das der simplen umgekehrten Entfernung ist, nimmt die Anziehung in jedem folgenden Augenblicke der einmahl begonnenen Annäherung α 's an β , zu, desto schneller geschieht das Hingehen α 's nach β , desto kürzer ist aber auch die Zeit und damit die Menge von X , die α unterwegs verlieren kann; desto positiver wird daher der Versuch. Ferner ist es zuletzt wohl gewiß, daß selbst 65 bis 67, Fälle

sind, die weniger zu einer dritten Art, wie wir sie angaben, gehören, als sammt und sonders zur zweiten, ja daß selbst diese und mit ihr alle vorigen sich wieder reduciren auf den zweiten möglichen der ersten Art, auf den in 63 ausgedrückten. Abgesehen davon, daß es schwierig ist, da das Verlieren von X und das Bekommen desselben so abhängig von einander seyn müssen, sich jenes mannigfaltige Verhältniß, das wir uns oben dachten, bei genauere Ueberlegung in der That als möglich zu denken, ist es so sehr gewiß, daß Vorgänge von der Kleinheit, deren sie doch unstreitig in so kleinen Versuchen an der Nähe der Grenze fähig seyn müssen, in so kleine Zeiträume zusammengedrängt, und an sich selbst schon so klein sind, daß das grobe Organ zu viel Arroganz verrathen würde, wenn es dieselben wirklich wahrzunehmen dächte. Und welche Menge von Kleinigkeiten, die in der Summe aber zu ihrer Zeit auch ein Großes machen können, findet man bei näherer Aufmerksamkeit bei diesen Versuchen noch obendrein mitthätig, und wie leicht wird es, zu finden, wie eine Ursache, die rein für sich Wirkungen, wie in 63, und schon von beträchtlicher GröÙe, ja selbst sogar kleinere von der Art, wie in 62, hervorbringen würde, durch sie so herabgestimmt werden könne und müsse, daß nun wahrhaftig mehr nicht, als Erfolge, wie 65 und 66, offenbar werden können. Und so mögen Sie jene Annahme immer verzeihen; ihre Beihülfe wird Sie, wie mich, zur wahren Ansicht der Phänome-

ne selbst leiten, mit deren Erreichung Sie jene werden fahren lassen können, und unabhängig von ihr wird es Ihnen gewiß seyn, wie mir, daß alle Erscheinungen von 52 an einander aufs vollkommenste entsprechen, und alle nur der vervielfältigte Beweis des Einen Satzes in 61 sind, daß ein mit der Silber- oder der Zinkseite oder den Drähten gleiches Namens der Voltaischen Batterie in Verbindung gebrachter Leiter, das von ihr erhaltene X während dieser Verbindung bei weitem nicht in seiner größten Stärke, sondern dies erst nach der Trennung von ihr äußere, daß also, wenn Sie wollen, der genannte Draht der Batterie, und sie selbst, für ihn gewissermaßen dasselbe sind, was die Platte des Condensators für seinen Deckel ist.

77. Ich komme zur galvanischen Vertheilung. Zunächst gehört hierher der bereits unter 47 erzählte Versuch. Wir überlesen ihn noch einmahl — — und ich setze nun Folgendes hinzu. Man beobachtet, indem man bei gehöriger Wirksamkeit der Batterie, α seinem A allmählig nähert, daß das ihm entsprechende α schon anfängt, sich nach β , dessen absolute Entfernung von α durch vorige Versuche bestimmt seyn muß, hinzubeiegen, *wehrt* und α erst A bis auf eine gewisse Weite nahe kommt, ohne daß es dasselbe wirklich berührt. Wie man fortfährt, α jenem A ferner zu nähern, (was, der Kleinheit der Entfernung wegen, in der diese Wirkung beginnt, freilich so lange nicht dauern kann,) zieht sich auch α immer mehr nach β hin, bis es endlich

bei der wirklichen Berührung A 's mit a auf einen Sprung vollends an β hinauspringt, u. s. f. a Sng an sich nach β zu bewegen, zu einer Zeit, da die ganze Metallmasse Aa noch keine Spur von mitgetheiltem X enthalten konnte, da die Distanz, in der a und A sich befinden, wenn a schon thätig wird, nach allem, was ich selbst aus grossen spätern Versuchen weis, noch um viel zu viel zu gross ist, als das ein eigentlicher Uebergang desselben schon statt haben könnte, mit dem ja auch überhaupt alle allmählig fortgehende Zunahme des Erfolges, gerade wie bei der Electricität nach dem einmaligen Erscheinen des Funkens, zwischen zwei Körpern, wegfallen müßte, — was doch so gar nicht der Fall ist. Doch bewegt sich a nach β ; es muß also dessen ungeachtet am erstern, an a , X gegenwärtig seyn, und nicht durch Mittheilung dahin gekommen, kann es nur durch *Vertheilung* daselbst entstanden seyn.

78. Aber wieder kann an a kein X vorkommen, ohne das zugleich an dem äussern Ende von A , das a gerade gegenüber steht, auch welches vorkomme. Aber ist es dasselbe, das an a vorkommt? — Keinesweges. Wir wissen, das, was sich a und A hier find, in dem Versuche z. B., wie er in 47 beschrieben ist, a und β sich waren, und zwischen beiden weiter kein Unterschied ist, als der, das a ein Goldblättchen und agl , a hingegen keins ist. a und β sind nur wie ein Zusatz zu dem a und β in 47 zu betrachten, und a und A ist das, wozu sie es sind. A wird also von a eben so gut, als wenn es

ein Goldblättchen wäre, angezogen werden. Der Versuch 50 u.f. aber haben bereits gelehrt, daß sich Körper-Individuen mit gleichartigem X gegenseitig abstossen. Doch kommt an A wirklich X vor, und da A dessen ungeachtet von a angezogen wird, so muß es nothwendig verschieden von ihm, und eben, weil diese Verschiedenheit eine reelle, d. i., der praktische Ausdruck ist einer Wechselthätigkeit, die Eine ist, *entgegengesetzt* seyn.

79. Der Erfolg des vorigen Versuchs war derselbe, wenn ich statt a und A , b und B in den Versuch zog; begreiflich gleichen also auch die Resultate daraus denen aus dem vorigen in jeder Rücksicht.

So. Beide vorige Versuche vereinigen sich zu einem dritten, dessen Erfolg, noch ehe im Verfolge meiner Versuche die Reihe an ihn kam, Herr Hofrath Voigt bereits bei Gelegenheit der Vorzeigung des unter 46 beschriebnen Versuchs in seinen Vorlesungen zufällig bemerkte. Es sind bei demselben beide Drähte der Batterie, a wie b , in Thätigkeit. B ist mit b in Berührung; a von β in einer Entfernung, in der die Verbindung b 's mit B für a in Bezug des Angezogenwerdens von β , und dem Hingehen nach demselben, so eben noch ohne den übrigen Theil des Versuchs aufhebende Folgen ist, die aber doch klein genug ist, um bei der dazu kommenden, jene ergänzenden a 's, dieselben möglich zu machen; a wird A genähert. Noch ein Merkliches und Größeres solches, als in jedem der

vorigen einzelnen Versuche, vor der Berührung, geräth α in Bewegung, zieht sich nach β hin und schlägt an. Hier hatte, (wenn ich, — und was hindert mich mehr? — den Gehalt des Zinkdrahts b der Batterie, so weit dieser Gehalt von der Batterie als solcher, d. i. als galvanischer, herrührt, $+X$, den als entgegengesetzt erwiesenen des Silberdrahts a hingegen $-X$ nenne,) α durch Vertheilung, bewirkt von β aus, $-X$, A aufsen hingegen $+X$. Es hatte aber A äußerlich durch nochmalige Vertheilung von a aus gleichfalls $+X$, α hingegen gleichfalls nochmals $-X$. Offenbar *summirte sich auf jeder Seite das Gleichartige*, und erhöhte so das Resultat für das Ganze. — Der Erfolg ist derselbe, wenn man statt Aa mit Bb anfängt.

§1. Der erzählte Versuch ist von vielen Seiten lehrreich. Mehreres von dem, was sich aus ihm ergibt, wissen wir schon; also nur, was zur Ergänzung des Vorigen dient, ziehen wir hier aus. — In den frühern sowohl, als in den spätern Versuchen über galvanische Vertheilung fand sich, daß $A\alpha$, oder wer der Vertheilung ausgesetzte Körper auch sey, an beiden Enden X enthalte, daß das an dem einen Ende α aber verschieden sey, von dem am andern, an A . Aus höhern Gründen drückte ich diese Verschiedenheit bestimmter durch Gegensatz aus. Im zuletzt erwähnten Versuche aber wird dies ein unmittelbares Factum, und zwar auf folgende Weise. In α ist enthalten ein X und verschieden von dem, das sich in b vorfindet. Diese sind sich

entgegengesetzt, denn sie ziehen sich gegenseitig an, wie dies von den ersten Versuchen dieses Briefes an fortdauernd der Fall war. Ich habe daher ersteres $-X$ und letzteres $+X$ genannt. Bei der Annäherung des a an A erhält A durch Vertheilung $+X$, a hingegen ebenfalls ein X , aber verschieden von dem an A , und weiterer Bestimmung bedürftig. Das $+X$ in β wirkt ebenfalls vertheilend auf aA . In a erzeugt es $-X$, in A ebenfalls ein X , aber wieder verschieden von dem in a , und weiterer Bestimmung bedürftig. Dies hat es bereits gethan, wenn a seine Wirkung auf Aa auszuüben anfängt. a ist der Anziehung nach β nahe, aber was es verhindert daran, ist eben so groß, um durch diese Gründe, so bald sie die rechten sind, sich bestimmen zu lassen. Es wird bei der fortgesetzten Annäherung des a an A wirklich dazu gebracht. Aber wie ist das anders möglich, als dadurch, daß von a aus in a der Prozeß fortgesetzt wird, den β bereits darin begonnen hatte? β hatte $-X$ in a erzeugt, aber zu wenig noch, um die Trägheit seines Trägers a zu überwinden, und ihn nach sich hin zu bewegen; durch mehr $-X$ in a , und nur dadurch, konnte dieses möglich werden. Es wurde es wirklich, also mußte das $-X$ in a durch eine zweite Menge gleiches $-X$ vermehrt seyn. Diese Vermehrung geschah nur durch Erzeugung des Vermehrenden von a aus. Es war aus dem Vorigen bereits erwiesen, daß in a von a aus X erzeugt werde. Wir haben jetzt gefunden, daß die-

ses — X sey, und nichts anderes. Das war es aber, was wir zu wissen verlangten. — Was ich für a in Rücksicht seiner Bestimmung von a aus erwiesen habe, gilt auf dieselbe Weise für A , in so fern es von β aus bestimmt wird. Wir dürfen dazu nur bedenken, daß, was in A von β aus da war, ebenfalls Eins mit dem, was von a aus dahin kam, seyn mußte. Wie liefse es sonst das $+ X$, von a aus veranlaßt, als eine homogene Fortsetzung des von β aus in demselben bereits vorhandenen ansehen? und begehrt man alle Umstände gleich, so wird diese Forderung erfüllt seyn, wenn man den Versuch mit der Verbindung von $a A$ anfängt, somit die Kettenglieder b und B die beiden den in $a\beta$ nach dem Schema von 47 angefangenen Prozeß fortsetzenden Factoren werden; an die Stelle der vier Glieder α, β, A, a , im vorigen Versuche, also vier andere, nämlich b, B, α, β , treten, und man das Ganze auf dieselbe Art analysirt, wie das vorige. — Zuletzt geht aus der Zergliederung dieses Versuchs, auf die eine Weise angestellt, wie auf die andere, noch von einer andern Seite der schönste Beweis hervor, dafür, daß der X -Gehalt der beiden Drähte b und a , als Repräsentanten des Zink- und Silberendes der Batterie, in dem einen wirklich der *entgegengesetzte* sey von dem in dem andern. Gleichen Wirkungen entsprechen gleiche Ursachen, und wie erstere sich entgegengesetzt sind, sind es auch die letzten. Aber die ersten sind es in unserm Falle wirklich, und damit eben so gut auch die letzten, — die weiter

nichts sind, als was aus neuen Gründen nun zum zweiten Male $+$ und $-$ X heißen darf.

82. Alle bisher über galvanische *Vertheilung* erzählten Versuche fallen ihrer Anstellung nach in den December vorigen Jahres. Ich kam zu Ende Januars d. J. von neuem auf sie zurück, und wagte geradezu, von ihnen dieselbe Ausführlichkeit, wie die, welche ich zur gleichen Zeit denen über galvanische Mittheilung in 57 u. f. gegeben hatte, zu fordern. Ich stellte in dieser Hinsicht noch folgende Versuche an. — Ich näherte β dem Goldblatte α so weit, als es etwa hätte geschehen müssen, um den Versuch 80 mit positivem Erfolge anzustellen. Ich näherte A den Silberdraht a der Batterie, vermittelst Isolatoren so weit, daß α so eben anfang, sich gegen β zu bewegen. Ich hielt A in dieser Nähe und brachte darauf den Zinkdraht b dem andern Stempel B allmählig in eine ähnliche Nähe. Wie ich dies that, fing α , das vorher still gestanden hatte, an, sich wieder zu bewegen, zog sich bei fernerer Näherung des b an B nach β hin und schlug endlich ganz an dasselbe an. Sie wissen aus dem Vorigen, daß von α aus in α durch Vertheilung $-$ X erzeugt werden mußte; auf gleiche Weise erhielt β von b aus $+$ X . Ich bezeichne sie der Kürze wegen mit $-$ $X\mathfrak{B}$ und $+$ $X\mathfrak{B}$. Beide *ziehn sich an*, und so wurde von neuem bewiesen, was wir eben erwähnten, nämlich: der vollkommene *Gegensatz*, der in dem $X\mathfrak{B}$ einer galvanischen Batterie statt hat,

83. Ich nehme zwei Batterien, und nähere an *A* den Silberdraht *a* der einen, dann an *B* den Silberdraht *a* der andern Batterie. α , statt sich β ferner zu nähern, geht hier bei der Annäherung des *a* an *B* vielmehr zurück, und wird bei weiterer Annäherung *a*'s an *B* aufs deutlichste von β abgestossen. An α aber wie an β war dasselbe — $X\mathfrak{B}$ erzeugt.

84. Ich stelle denselben Versuch mit den Zinkdrähten *b*, *b*, der beiden Batterien an. Aber α und β stoßen sich ebenfalls ab, denn sie enthalten ebenfalls ein und dasselbe $+X\mathfrak{B}$. Es ist also deutlicher, als noch, erwiesen, daß ungleichnamige $X\mathfrak{B}$ sich anziehen, gleichnamige hingegen sich abstoßen.

85. Daß es übrigens gleichgültig sey, ob ich zuerst das eine *a* oder *b* mit *A*, oder ob ich es zuerst mit *B* verbinde, versteht sich von selbst, und der Versuch beweist es sogleich.

86. Die bisherigen Versuche führten zur Kenntniß eines $\pm X$ der Mittheilung und eines $\pm X$ der Vertheilung. Schon die gleiche Bezeichnungsart beider, die sich so, als ob es sich schon von selbst verstände, einführte, zeigt die Identität beider an. Doch ist die Frage, ob letztere wirklich Statt hat? — Auch hierauf liegt die Antwort klar im Vorigen; ihr wechselseitiges Verhalten zu einander giebt dieselbe. Gleichgültig von welchen Versuchen ich ausgehe, lassen Sie vor der Hand uns bei denen der Anziehung stehen bleiben. $+X\mathfrak{B}$ und $-X\mathfrak{B}$ ziehen einander an, eben so $+X\mathfrak{B}$ und $-X\mathfrak{B}$. Daß

erstere Eine Ordnung, und letztere ebenfalls Eine
 ausmachen, ist gewiss. Aber auch $+ X\mathfrak{M}$ und
 $- X\mathfrak{B}$ und eben so $- X\mathfrak{M}$ und $+ X\mathfrak{B}$ ziehen sich an.
 In So finden sich die directesten Belege dazu. Je-
 der Factor Eines Gegensatzes aber kann nur Ein ihm
 auf dieselbe Weise entsprechendes Entgegengesetz-
 tes haben, und nicht mehr, und die Ordnung, wel-
 che beide bilden, wird immer nur die Eine seyn
 und bleiben. Entspricht im erstern Falle $+ X\mathfrak{M}$
 daher wirklich $- X\mathfrak{B}$, so wird die Ordnung bei-
 der nothwendig Eins seyn müssen mit der von $\pm X\mathfrak{M}$;
 entsprechen im zweiten $- X\mathfrak{M}$ und $+ X\mathfrak{B}$
 einander ebenfalls, so wird auch dieser beiden Ord-
 nung dieselbe seyn müssen mit der von $\pm X\mathfrak{M}$. Das
 thun sie aber. Nun entspricht im zweiten Falle,
 dem Gegenseitigen in allem Entsprechen zu Folge,
 nothwendig auch umgekehrt $+ X\mathfrak{B}$ dem $- X\mathfrak{M}$,
 und ferner im ersten Falle $- X\mathfrak{B}$ dem $X\mathfrak{M}$. Folg-
 lich ist die Ordnung dieser, dieselbe ja mit denen
 vorhin, jedes Mahl auch gleich der von $\pm X\mathfrak{B}$. Ist
 aber $\pm X \begin{smallmatrix} \mathfrak{M} \text{ oder } \mathfrak{B} \\ \mathfrak{B} \text{ oder } \mathfrak{M} \end{smallmatrix} = \pm X\mathfrak{M}$, und wieder
 $\pm X \begin{smallmatrix} \mathfrak{M} \text{ oder } \mathfrak{B} \\ \mathfrak{B} \text{ oder } \mathfrak{M} \end{smallmatrix} = \pm X\mathfrak{B}$, so wird auch $\pm X\mathfrak{M}$
 $= \pm X\mathfrak{B}$, oder auseinandergelezter: $+ X\mathfrak{M}$
 $= + X\mathfrak{B}$ und $- X\mathfrak{M} = - X\mathfrak{B}$, und damit
 erwiesen seyn, was erwiesen werden sollte: die
 völlige Identität des $\mp X$ der Mittheilung und des
 $\pm X$ der Vertheilung der galvanischen Batterie.

87. Ich könnte mit dem, was ich in 86 wollte,
 vollkommen fertig seyn, aber einmahl in der Er-

fahrung begriffen, kann man sich zuletzt ganz in sie verliehen und ordentlich unerfättlich werden. Dieser meiner Unerfättlichkeit halten Sie es zu Gute, wenn ich auch zu 86 noch einige Versuche herbeibringe, die, an sich mühsam und kostbar genug, am Ende doch mehr amüfamt, als instructiv sind. *Der Wirkungsverhältnisse*, in die man das oder jenes X der Mittheilung zu diesem oder jenem X der Vertheilung bringen kann, sind viererlei: 1. $+XM$ zu $-XB$; 2. $-XM$ zu $+XB$; dies sind Verhältnisse der *Anziehung*; 3. $+XM$ zu $+XB$; 4. $-XM$ zu $-XB$; dies sind Verhältnisse der *Abstoßung*. Die ersten beiden waren, wie erwähnt, bereits in 77 bis 80 häufig da. Ich habe sie aber noch auf folgende Weise dargestellt. Ich berühre A , wie zum Versuche 54 mit dem Silberdrahte a , und entferne ihn wieder. Darauf bringe ich den Zinkdraht b in die Nähe von B , während α und β eben in solcher Entfernung von einander stehen, daß α bei a 's Anbringung an A u. s. w. nicht X genug erhielt, um in dieser Entfernung durch seine Wirkung allein merklich sichtbar von β angezogen zu werden. Es ist klar, daß unter solchen Umständen auch b durch das XB , was es in diesem Versuche in β erzeugt, für sich allein nicht vermögend gewesen wäre, α nach sich hin zu bewegen. Aber jetzt, bei der Verbindung beider Wirkungen des a durch Mittheilung und des b durch Vertheilung, bewegt sich wirklich α nach β hin, und schlägt, wie b dem Stempel B noch näher kommt, wirklich an β an.

erstere Eine Ordnung, und letztere ebenfalls Eine ausmachen, ist gewiss. Aber auch $+ XM$ und $- XB$ und eben so $- XM$ und $+ XB$ ziehen sich an. In 80 finden sich die directesten Belege dazu. Jeder Factor Eines Gegensatzes aber kann nur Ein ihm auf dieselbe Weise entsprechendes Entgegengesetztes haben, und nicht mehr, und die Ordnung, welche beide bilden, wird immer nur die Eine seyn und bleiben. Entspricht im erstern Falle $+ XM$ daher wirklich $- XB$, so wird die Ordnung beider nothwendig Eins seyn müssen mit der von $\pm XM$; entsprechen im zweiten $- XM$ und $+ XB$ einander ebenfalls, so wird auch dieser beiden Ordnung dieselbe seyn müssen mit der von $\pm XM$. Das thun sie aber. Nun entspricht im zweiten Falle, dem Gegenseitigen in allem Entsprechen zu Folge, nothwendig auch umgekehrt $+ XB$ dem $- XM$, und ferner im ersten Falle $- XB$ dem $+ XM$. Folglich ist die Ordnung dieser, dieselbe ja mit denen vorhin, jedes Mahl auch gleich der von $\pm XB$. Ist aber $\pm X \begin{smallmatrix} M \text{ oder } B \\ B \text{ oder } M \end{smallmatrix} = \pm XM$, und wieder $\pm X \begin{smallmatrix} M \text{ oder } B \\ B \text{ oder } M \end{smallmatrix} = \pm XB$, so wird auch $\pm XM = \pm XB$, oder auseinandergesetzter: $+ XM = + XB$ und $- XM = - XB$, und damit erwiesen seyn, was erwiesen werden sollte: die völlige Identität des $\pm X$ der Mittheilung und des $\pm X$ der Vertheilung der galvanischen Batterie.

87. Ich könnte mit dem, was ich in 86 wollte, vollkommen fertig seyn, aber einmahl in der Er-

fahrung begriffen, kann man sich zuletzt ganz in sie verliehen und ordentlich unerfättlich werden. Dieser meiner Unerfättlichkeit halten Sie es zu Gute, wenn ich auch zu 86 noch einige Versuche herbeibringe, die, an sich mühsam und kostbar genug, am Ende doch mehr amüfant, als instructiv sind. *Der Wirkungsverhältnisse*, in die man das oder jenes X der Mittheilung zu diesem oder jenem X der Vertheilung bringen kann, sind viererlei: 1. $+XM$ zu $-XB$; 2. $-XM$ zu $+XB$; dies sind Verhältnisse der *Anziehung*; 3. $+XM$ zu $+XB$; 4. $-XM$ zu $-XB$; dies sind Verhältnisse der *Abstoßung*. Die ersten beiden waren, wie erwähnt, bereits in 77 bis 80 häufig da. Ich habe sie aber noch auf folgende Weise dargestellt. Ich berühre A , wie zum Versuche 54 mit dem Silberdrahte a , und entferne ihn wieder. Darauf bringe ich den Zinkdraht b in die Nähe von B , während α und β eben in solcher Entfernung von einander stehen, daß α bei a 's Anbringung an A u. s. w. nicht X genug erhielt, um in dieser Entfernung durch seine Wirkung allein merklich sichtbar von β angezogen zu werden. Es ist klar, daß unter solchen Umständen auch b durch das XB , was es in diesem Versuche in β erzeugt, für sich allein nicht vermögend gewesen wäre, α nach sich hin zu bewegen. Aber jetzt, bei der Verbindung beider Wirkungen des a durch Mittheilung und des b durch Vertheilung, bewegt sich wirklich α nach β hin, und *schlägt*, wie b dem Stempel B noch näher kommt, wirklich an β an.

88. Ich wiederhole diesen Versuch mit Beobachtung derselben Umstände, und ändere nichts, als daß ich *A* nicht durch *a*, sondern durch *b*, *X* mittheile, und darauf nicht, wie vorhin, *b*, sondern jetzt *a, B* nahe bringe. Der Erfolg ist ganz der vorige.

89. Die Fälle der *Abstoßung*, und zwar der erste: $+ X \mathfrak{M}$ zu $+ X \mathfrak{B}$. Ich lade *A* mit dem Zinkdrahte *b* der einen von zwei Batterien, und entferne ihn wieder; α und β stehen im gehörigen Abstände von einander. Ich nähere jetzt dem Stempel *B* den Zinkdraht *b* der zweiten Batterie. α , was vorhin vielleicht sich schon etwas gegen β hingeneigt befand, geht sogleich zurück, und zuletzt noch über die Linie hinaus, die es zu Folge seiner Schwere behaupten sollte.

90. Der zweite Fall der *Abstoßung*: — $X \mathfrak{M}$ zu — $X \mathfrak{B}$. Ich lade *A* mit dem Silberdrahte *a* der einen Batterie, und entferne ihn wieder. Ich bringe den Silberdraht *a* der andern *B* zur Näherung. α entfernt sich ebenfalls von β , und geht noch über seine Schwerlinie hinaus.

91. Minder umständlich war die Beobachtung der *Abstoßung* gleichnamiger $X \mathfrak{M}$ und $X \mathfrak{B}$, wenn ich statt eines geladenen *A* (oder *B*) die ladenden Drähte *a* oder *b* mit *A* in Verbindung ließe, und mit *B* übrigens, wie in 89 und 90 verfuhr. Hier erhält sich *A* beständig in gleichförmiger Ladung, statt daß es in 89 und 90 beträchtlichen Veränderungen und Abnahmen derselben, besonders, wenn man beim Versuche selbst nicht mit der gehörigen Schnel-

ligkeit zu verfahren wufste, ausgesetzt ist. Alles muß daher weit constanter ausfallen.

92. Ich habe Ihnen eine ziemliche *Menge That-sachen* erzählt, und ihre Beschreibung hat mich angenehm genug an die mannigfaltige Geduld und Aufmerksamkeit erinnert, die sie mich gekostet haben. Dessen ungeachtet darf ich sie wohl versichern, daß sie immer noch nur der *kleinere Theil* sind von denen, die ich wirklich angestellt habe. Ich könnte Sie durch mein *Diarium* leicht davon überführen. Nur eines Beispiels will ich erwähnen. Ueberall bisher, außer wo ich das Gegentheil ausdrücklich angab, setzte ich vollkommene Isolation aller in den Versuch eingehenden Theile des Apparats, der Batterie wie der Glocke mit den beiden Stempeln voraus. Aber wie unendlich ändert sich alles, so bald ich die Isolation nur Eines Theiles der Geräthschaft, d. i., dieses oder jenes Drahts, Stempels . . . durch Berührung mit dem Finger u. s. w. schwäche oder aufhebe. Ich habe so gut wie nichts erwähnt von dem, was nachdem noch vorgeht, wenn in den Anziehungsversuchen aller Art das Blättchen α an β angefliegen ist; denn bei weitem nicht in allen Fällen bleibt es daran haften, sondern geht vielmehr in die häufigsten und veränderlichsten Abwechselungen von Anziehungen und Abstoßungen über, so daß ich eigentlich überall nur den Anfang jedes Versuchs beschrieben habe. Und wie groß wird erst hier der Einfluss, den Schwächung oder Aufhebung der Isolation dieses oder jenes Theils der Batterie

darauf hat. Wiederholen Sie statt aller den Versuch 47 oder 48, oder auch 77, das eine Mahl, wie er beschrieben steht, das andere Mahl so, dafs, indem Sie α mit einem Isolator an A bringen, B während gänzlicher Isolation noch nicht bis an β herangekommen, aber doch sehr nach ihm hingebogen ist, und bringen Sie jetzt den Finger an B . Sie werden sich wundern, wie im ersten Falle alle Anziehung weit stärker ist; wie nach dem Anschlagen des Blättchens α es wieder abgestofsen, wieder angezogen, wieder abgestofsen wird, u. s. w., ohne dafs das nur selten einmahl, und gewöhnlich fast gar nicht geschieht, wenn B isolirt bleibt; wie im zweiten Falle das nur gegen β hingebogene α bei der Anbringung des Fingers an β nun erst ganz nach ihm hingezogen wird; wie oft durch dieses Anbringen des Fingers an B , α überhaupt erst in Bewegung gesetzt wird; u. s. w., u. s. w. Ähnliches wüßte ich von hundert andern Fällen anzugeben. Aber es gehörte doch, so sehr es auch schiene, nicht ganz hierher. Auch ist es bei weitem noch nicht genug, um in der Verbindung ein ähnliches Ganzes zu bilden, wie das, was ich von 37 an auführte, in seiner Art ist. Und überdies, ich hoffe, die Folge werde zeigen, wo der Ort sey, an welchem man alles dieses und noch weit mehr wiedertreffen könne, und wo die Bedingungen für ihre Auffindung und Festsetzung unvergleichbar wohlfeiler sind, als ich es für den bisherigen Ort, die galvanische Batterie, zu versprechen wüßte. Ersparen wir uns also vor

der Hand Zeit und Mühe für andere Merkwürdigkeiten, die wir nicht, wie diese, anderswo mit mindern Umständen wiederfinden, sondern die uns vor der Hand noch einzig die galvanische Batterie selbst darzubieten im Stande ist, und zu denen wir jetzt ohne Verzug übergehen wollen.

93. Nur zuvor noch folgende einzige Bemerkung. Die Körper, durch deren Vermittelung uns alle *Anziehung und Abstoßung* bei der galvanischen Batterie bisher deutlich wurde, waren sämmtlich *Leiter* des Galvanismus. Indefs sind selbst die ausgemachtsten *Isolatoren* desselben nicht weniger dazu geschickt. Der zu 40 modificirte Versuch 39, mit dem zuletzt doch alle die übrigen stehn und fallen, gelang mir eben so gut, wenn ich statt des *Goldblättchens* an *a* oder *b*, einen, aber freilich beweglich genug erhaltenen, kurzen Faden *Seide*, *Linnengarn*, oder *Siegellack*, anwandte. Es bedarf keiner weitern Ausdehnung dieser Versuche, um aus ihnen das Resultat zu ziehen, daß, wenn die galvanische *Mittheilung*, (kann im Grunde damit auch nur die *schnelle* fast momentane gemeint seyn,) auch schon auf die sogenannten *Leiter* des Galvanismus beschränkt ist, doch die *Vertheilung* dieses Namens bei beiden, den *Leitern wie den Isolatoren* desselben, auf gleiche Weise möglich sey.

94. Das letzte Resultat aller bisherigen Untersuchungen war: *Gegensatz in den Erscheinungen der Anziehung und der Abstoßung bei der galvanischen*

Batterie, und Identität dieses Gegensatzes durch alle Fälle der Mittheilung und Vertheilung hindurch. Die nächste Frage ist jetzt: In welchem Verhältnisse steht dieser Gegensatz, dieses $\pm X$, zu dem längst bekannten electrischen, zu $\pm E$? — Wir werden uns zur Beantwortung dieser Frage einer ähnlichen Methode bedienen, wie früher bei der Vergleichung der Erscheinungen der galvanischen Mittheilung mit denen der Vertheilung in 86 bis 91. Die Ausübung derselben wird sie am besten aus einander setzen.

95. Ich verbinde mit *A* der Glocke, (s. 41,) den Silberdraht *a* einer noch stark wirkenden Zink-Kupfer-Batterie von 84 bis 100 Plattenpaaren, und nähere darauf mittelst *B* dessen in der Glocke befindliches Ende *β* der untern Spitze des an *A* befindlichen Blattgoldstreifens *a* so weit, daß *a* bereits sich etwas nach *β* herüberbiegt, und so dann in dieser Stellung beharrt, (vergl. 47.) Darauf nähere ich an *B* eine schwach geriebene Stange Siegelack aus einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß um 3 bis 4 Zoll, bringe sie wieder zurück, nähere sie *B* von neuem, entferne sie wieder, u. s. f. Bei jeder Annäherung der Siegelackstange gegen *B*, entfernt sich *a* merklich von *β*, und kommt bei jedem Entfernen jener wieder in seine vorige Nähe gegen *β* zurück. Einmal mit der Distanz bekannt, in der die geriebene Siegelackstange durch *B* zuletzt auf *a* die beschriebene Wirkung hervorbringt, kann ich den Versuch aufs öfterste wiederholen, und den Erfolg selbst beobachten, oder, was in den folgenden Versuchen

in allen zugleich, mit geschah, es von andern thun lassen: immer war es derselbe. Auch verbinde ich α , statt mit A , bei der Wiederholung des Versuchs mit B , und operire darauf mit der geriebenen Siegellackstange statt gegen A , jetzt gegen B . Sobald indess für diese einmahl die rechte Entfernung, in der sie zu wirken hat, ausgemacht ist, gleicht der Erfolg in allem dem vorigen.

96. Statt des Silberdrahts α verbinde ich den Zinkdraht b der Batterie mit A , bringe β in die gehörige Nähe zu α , und verfahre dann gegen B mit einer geriebenen Stange Glas auf dieselbe Weise, wie vorher mit der von Siegellack. Bei jeder Näherung derselben gegen B um etliche Zolle entfernt sich α von β merklich, bei jeder Wiederentfernung derselben davon aber kommt es in die vorige Nähe zu β zurück, und fährt überhaupt mit diesen Oscillationen so lange und aufs regelmässigte fort, als ich das vorige Verfahren wiederhole. Auch hier bleibt der Erfolg ungeändert, wenn ich b nicht mit A , sondern mit B verbinde, und nicht B , sondern A , der Wirkung der geriebenen Glasstange aussetze.

97. Ich lasse A wie B ausser Verbindung mit irgend einem der beiden Drähte, α und β in demselben Abstände von einander, wie zu den vorigen Versuchen. Ich schwinde darauf, bald gegen B , bald gegen A , dieselbe geriebene Stange Glas, die ich den Augenblick vorher zur Anstellung des Versuchs 96 angewendet habe, in demselben Grade und in derselben Entfernung. Ich, wie andere, merken

die Gröſſen der Annäherungen und Wiederentfernungen, in die α durch dieſe Schwingungen gegen β verſetzt wird, ſo genau wie möglich.

98. Sodann verbinde ich eben ſo augenblicklich den Silberdraht a der Batterie bald mit A , bald mit B , ohne in den gleichnamigen Fällen die Schwingungen der Stange Glas zu unterbrechen, zu vergrößern oder zu verkleinern, und beobachte dabei ebenfalls die hierdurch unterhaltenen Bewegungen α 's zuerſt ſelbſt, dann auch mit andern. Es iſt aber nichts ſo deutlich, als wie mit dem Eintritte des Conflicts α 's mit A , oder im andern Falle mit B , unter den Umſtänden, wo im vorigen Verſuche Näherung α 's gegen β ſtatt hatte, dieſe vom erſten Augenblicke an ſogleich weit größer wird, als irgend einmahl im vorigen Verſuche, und wie die ganze Zeit der Schwingungen der Glasſtange über, ſelbſt im Zuſtande der Entfernung dieſer von A oder B , α in einer Nähe von β bleibt, die es früher kaum im Zuſtande der kleinſten Entfernung der Glasſtange von A oder B behauptet hatte.

99. Wie in 97 mit Glas, ſo verfare ich jetzt mit einer Stange Siegellack, die ebenfalls kurz vorher zu Wiederhohlungen, doch nicht von 96, ſondern von 95, gedient hat, und merke den Vorgang genau.

100. Darauf verbinde ich ſo ſchnell, wie in 98, den Zinkdraht b der Batterie bald mit A , bald mit B , und beobachte übrigens mit dem Siegellacke alles mit der nämlichen Genauigkeit wie

dort. Auch hier war mit dem Eintritte des Conflicts b 's mit A oder B unter den Umständen, wo in 99 Näherung α 's gegen β statt gehabt hatte, diese vom ersten Augenblicke an so gleich weit größer, als irgend in 99 einmahl, und eben so blieb α die ganze Zeit der Schwingungen der Siegelackstange über, und selbst im Zustande der Näherung dieser von A oder B , in einer Nähe von β , die früher α im Zustande der geringsten Entfernung der Siegelackstange von A kaum behauptet hatte.

101. Ich bringe die Hollundermarkkugeln eines fein gearbeiteten und sehr empfindlichen Cavallo'schen *Electrometers* durch Näherung einer geriebenen Stange *Glas* gegen den äußern Theil des die Kugeln an ihren Fäden tragenden Drahts des *Electrometers* so weit zum Divergiren, daß sie endlich an die zu den Seiten des Glascylinders, in welchen sie aufgehangen sind, befindlichen Stanniölblättchen anschlagen; sie fallen kurz darauf wieder zusammen, gehn aber, wenn ich jetzt obige Glasstange wieder von dem Drahte des *Electrometers* entferne, von neuem aus einander, und verbleiben dann fortwährend in diesem Zustande der Divergenz. — Es ist ungemein, wie sensibel ein auf solche Weise vorgerichtetes *Electrometer* gegen die geringsten Antheile von Electricität wird; das meinige übertraf an Empfindlichkeit selbst ein sonst recht gutes Bennet'sches in einem kaum glaublichen Verhältnisse. Mehr von dieser Vorrichtung, die übrigens an sich

schon lange bekannt war, und die auf ein Electrometer von Bennet, wenn es hier nicht mancherlei zu verhindern schien, angewandt, das *non plus ultra* aller Electrometerfensibilität hervorbringen mußte, habe ich bereits in Voigt's Magazin n. L. w., B. 2, St. 3, S. 543 — 547, erwähnt.

102. Ich verbinde mit der letzten, bei der zu 95 — 100 angewandten Batterie, am untern, dem sogenannten Silberende derselben befindlichen Kupferplatte, einen starken 7 bis 8 Zoll langen Draht, dessen rund gefeiltes äußeres Ende *a* noch um ein Beträchtliches über das Fußgestell der Batterie hervorragt. In die Nähe dieses Drahts bringe ich das auf die vorige Weise zubereitete Electrometer etwas zur Seite dergestalt an, daß, wenn ich vermittelst eines Isolators den beschriebenen Kupferdraht der Batterie nach dem äußern Ende *m* des Drahts meines Electrometers hin- und vor ihn vorbeibiege, das Ende *a* jenes, von dem dieses, im Augenblicke der größten Näherung, um nicht mehr als etwa $\frac{1}{4}$ Linie, ja wo möglich noch weniger entfernt ist. So oft ich nun den Draht *a* vor *m* auf die angezeigte Weise vorbeibiege, nimmt die Divergenz der Kugeln *nn* desselben zu, und kommt bei jeder Entfernung jenes von diesem wieder zu seiner vorigen geringern zurück.

103. Das Electrometer bleibt in demselben Zustande, in den es durch das Verfahren in 101 vermittelst geriebenen Glases versetzt war.

104. Wie in 102 gegen den Silberdraht, verfähre ich jetzt mit demselben gegen einen ähnlichen mit dem Zink der Batterie verbundenen Draht *b*. So oft ich aber *b* vor *m* vorbei biege, nimmt die Divergenz der Kugelchen *nn* des Electrometers merklich ab, und kehrt bei jeder Wiederentfernung jenes von *m* von neuem zu seiner vorigen grössern zurück.

105. Ich hebe die Divergenz, in der sich die Kugelchen meines Electrometers noch von 101 und 102 her befinden, durch Berührung *m*'s mit einem guten Leiter der Electricität auf. Hierauf bringe ich sie durch Annäherung einer geriebenen Stange Siegellack zu einer neuen; die Kugelchen schlagen an die Stanniolbelegungen der gläsernen Einfassung an, fallen zusammen, gehn darauf bei Wiederentfernung gedachter Siegellackstangen von neuem auseinander, und erhalten sich nun fortdauernd in diesem Zustande. Ich darf übrigens Ihnen nicht erst sagen, dass dieser Fall, wie der in 101, nur der eine von den vielen möglichen unter solchen Umständen ist, und dass, da er allein der für unsern Fall schickliche ist, man ihn sich jedes Mal erst und oft mit Mühe aus den übrigen hervorsuchen muss.

106. Ich bringe dieses Electrometer mit dem Silberdrahte *a* der Batterie auf die aus 101 erinnerliche Weise zusammen. Bei jedem Vorbeibiegen *a*'s vor *m* nimmt die Divergenz der beiden Kugelchen *nn* ab, und kehrt bei jeder Wiederentfernung davon in seine vorige grössere zurück.

107. Der Zustand des Electrometers bleibt derselbe, wie in 104.

108. Ich setze den Zinkdraht *b* der Batterie mit ihm in Conflict. Mit jedem Vorbeigehen *b*'s vor *m* nimmt die Divergenz von *nn* zu, und jedes Mahl kommt sie mit dem Wiederentfernen desselben von ihm zur vorigen kleinern zurück.

109. In 95 bis 108 war von Seiten der Batterie beständig *X* der Mittheilung im Prozesse gegenwärtig. Ich wollte aber sämtliche Versuche auch mit *X* der Vertheilung angestellt sehen. Nach mancherlei vergeblichen Untersuchungen gelang es mir über Erwartung auf folgende Weise. Anstatt in 95 den Silberdraht *a* unmittelbar mit *A* oder *B* in Berührung zu bringen, brachte ich ihn bloß in eine Nähe zu ihm, die so groß war, daß die Entfernung beider von einander keine Viertellinie mehr zu schätzen war. Der electriche Körper war Siegelack, und ich verfuhr übrigens mit ihm wie dort. *a* und *β* stießen sich ab.

110. Ich näherte den Zinkdraht *b* dem Stempel *A*, und setzte den Versuch mit Glas fort. *a* und *β* stießen sich ab.

111. Ich verfahre mit einer Stange Glas gegen *A* oder *B* ganz wie in 97. Darauf bringe ich den Silberdraht *a* in die Nähe von *A*, wie wenn ich den Versuch 77 anstellte, und setze dann das Hin- und Herbewegen meiner Stange Glas wie in 98 fort. Jetzt wird *a* der Wirkung *a*'s durch Vertheilung zu Folge weit stärker gegen *β* hingezogen, als vorher.

112. Ich thue dasselbe mit einer Stangs Siegel-
lack. Vergl. 99. Ich nähere A den Zinkdraht b ,
und setze die Bewegung des Siegelacks fort. Vergl.
100. a wird jetzt der Wirkung b 's durch Ver-
theilung zu Folge ebenfalls weit stärker nach β hin-
gezogen, als vorher.

113. Ich bringe den in 102 erwähnten 7 bis 8
Zoll langen an die Silberseite der Batterie befestig-
ten Draht durch einen passenden Korkstöpsel in eine
kurze Glasröhre, und bringe durch den Stöpsel der
andern Oeffnung einen zweiten kurzen, aber ähnli-
chen Draht mit seinem Ende dem von jenem so na-
he, als irgend möglich ist, ohne daß die Drähte
sich wirklich berühren. Nach einiger Zeit nähere
ich das auf die in 101 beschriebene Weise vorgerich-
tete Electrometer, mit der Spitze seines Drahtes m ,
dem äußern Ende des unterbrochenen Batteriedrahts
so weit, als es ohne Berührung nur angehen will.
An diesem äußersten Ende des kleinern Theils des
Batteriedrahts ist offenbar nur durch Vertheilung
von dem äußern Ende des größern aus, X , und zwar
— X , vorhanden. Das nach 101 zubereitete Ele-
ctrometer divergirt mit — E . Bei dem in 102 be-
schriebenen Conflict beider nimmt die Divergens des
letztern zu.

114. Das Electrometer und die Qualität seiner
Divergens bleiben dieselben. Wie in 113 den Sil-
berdraht a , verlängere ich jetzt auf ähnliche Weise
den Zinkdraht b der Batterie, und bringe nach eini-
ger Zeit dessen letzteres Ende mit dem des Electro-

meterdrahts m in Conflict. Bei jeder nähern Zusammenkunft b 's mit m nimmt die Divergenz der beiden Electrometerkugeln ab.

115. Ich bringe das nämliche Electrometer auf die in 105 beschriebene Weise zu einer Divergenz mit $+E$, und verfähre mit dem nach 113 verlängerten Silberdrahte der Batterie gegen den Draht m des erstern, ganz wie dort. Bei jeder größern Näherung a 's an m nimmt die Divergenz der Kugeln nn ab.

116. Das Electrometer fährt fort, mit $+E$ zu divergiren. Ich setze jetzt aber den nach 114 verlängerten Zinkdraht der Batterie mit m in Conflict. Bei jeder größern Näherung b 's zu m nimmt die Divergenz des Electrometers zu, und kommt bei jeder Wiederentfernung davon wieder in ihren vorigen Zustand zurück.

117. Das allein geltende Mittel, über Identität oder Differenz zweier gegebener Polaritäten zu entscheiden, ist, der weitem Ausführung nach, daß man die Factoren beider in alle die Zusammenstellungen gegen einander bringt, welche möglich sind, und beobachtet, ob beiderlei Factoren sich gegenseitig vertreten. Dazu gehört aber, daß man die Fälle, welche jeder Polarität an sich zukommen, der Art und Zahl nach kenne, um aus ihnen die Art und Zahl der Zusammensetzungen beider gehörig abzuleiten. Folgende Tabelle wird für unsern Fall die erschöpfende, und mit ihrer practischen Durchführung die Untersuchung geschlossen seyn.

$\pm E$

1. + EM und + EM
2. - EM und - EM
3. + EB und + EB
4. - EB und - EB
5. + EM und + EB
6. - EM und - EB
7. + EM und - EM
8. + EB und - EB
9. + EM und - EB
10. + EB und - EM

 $\pm X$

11. + XM und + XM
12. - XM und - XM
13. + XB und + XB
14. - XB und - XB
15. + XM und + XB
16. - XM und - XB
17. + XM und - XM
18. + XB und - XB
19. + XM und - XB
20. + XB und - XM

 $+ X$ oder E $- E$ oder X

21. + EM und + XM
22. - EM und - XM
23. + EB und + XB
24. - EB und - XB
25. + EM und + XB
26. - EM und - XB
27. + EB und + XM
28. - EB und - XM
29. + EM und - XM
30. - EM und + XM
31. + EB und - XB
32. - EB und + XB
33. + EM und - XB
34. - EM und + XB
35. + EB und - XM
36. - EB und + XM

118. Aber diese Tabelle ist wirklich durchge-
führt. Ich will Ihnen die einzelnen Fälle der Num-
mer nach nochmahls wiederholen und daneben in
() die Zahl des Paragraphen angeben, in welchem
jeder, allein oder vorzüglich, vorkommt. Nummer
1 bis 10 waren längst da, wir brauchen sie also
nicht von neuem durchzugehen. Erst von 11 hat-
ten wir anzufangen, und hier sind die zusamen-
gehörenden Zahlen folgende: 11, (51); 12, (50);
13, (84); 14, (83); 15, (89); 16, (99); 17, (38
— 41, 56); 18, (82); 19, (87); 20, (88); —

21, (108); 22, (102); 23, (110); 24, (109);
 25, (116); 26, (113); 27, (96); 28, (95); 29,
 (106); 30, (104); 31, (111); 32, (112); 33,
 (115); 34, (114); 35, (98); 36, (100). Unfre
 Untersuchung ist also ohne Weiteres geschlossen.
 $\pm X$ und $\pm E$ vertreten einander in allen möglichen-Fällen; so weit wir ersteres nur bisher verfolgten, gleich es dem letztern aufs Vollkommenste, und Alles, was noch kommen kann, wird, wie wir wohl sehen werden, auch erst keine Ausnahme mehr machen.

$$\pm X = \pm E$$

ist das kleine, aber gerechte Resultat unsrer grossen und mühsamen Arbeit, und die Kostbarkeit, die es für uns hat, wird uns auffordern, immer mit ihm nach seinem ganzen Werthe umzugehen. Ob wir das thun werden; mag die Zeit entscheiden.

119. Es scheint, ich wäre fertig. Aber so weit bin ich noch nicht. Das Bisherige waren nur die ersten Grundzüge dessen, was ich wollte; die Ausführung des Ganzen bleibt Ihnen überlassen. Ich habe eine Menge Umstände übergehen müssen, die der nothwendig beachten muß, der meine Versuche wiederhohlen wollte, — denn wem würde ich es verdenken können, so lange daran zu zweifeln? Aber wo würde ich es wagen dürfen, aufzuhören? Lieber lassen Sie mich nicht erst anfangen, um so mehr, da ich weis, daß vieles sich beim Versuche selbst finden läßt. Wer hat es mir gesagt? — So will ich auch keine Klage mehr vorbringen, über

die oft bis zur Aengstlichkeit gehende Mühsamkeit manches Versuchs. Der Bedürftige läßt sich nichts verdriessen, und wer Geduld hat, kommt mit Allem zu Ende.

120. Bloß etwas, was mir in Kurzem die Erreichung eines andern Zwecks erleichtern wird, will ich, wie aus der Mitte heraus, hier noch anführen, und in so fern mögen Sie es dulden. Es ist eine Anmerkung zu 95 u. f. — *Nicht in jeder Entfernung bringt die dortige geriebene Siegelack- oder Glasstange die daselbst erwähnte Wirkung hervor. $B\beta$ oder $A\alpha$ wird in diesen Versuchen wie in den folgenden von dem Siegelacke oder dem Glase durch Vertheilung electrirt. Es ist begreiflich, wie nur dann der rechte und beste Moment für den Versuch eintreten kann, wenn die Quantität E in β gleich ist der Quantität $X = E$, die in α von der Batterie aus befindlich ist. Wie klein aber, in Verhältniß zu den, (wenn auch nur scheinbar so großen,) Mengen von E , mit denen wir gewöhnlich zu experimentiren pflegen, diese Quanta von X sind, ist aus Allem, was da war, bekannt genug. Aber eben um so tiefer obiger Parallelpunkt liegt, um so schwieriger muß es unsern groben Mitteln werden, ihn glücklich aufzugreifen. Für jede Stärke von electrischer Ladung des Glases wie des Siegelacks kann es in der allgemeinen Distanzenlänge nur einen kleinen beschränkten Raum geben, wo sich jene Körper befinden müssen, um in α oder β mit genau so viel E durch Vertheilung gegenwärtig zu seyn,*

als es die Batterie mit X in β oder α ist. Wer aber hat die Gröſſen von E , die Glas und Siegelack beim Reiben erhalten, so in seiner Gewalt, daß er, hätte er auch für das erste Mahl die rechte Weite, aus der diese Körper auf $B\beta$ oder $A\alpha$ zu wirken haben, durch Zufall wirklich gefunden, sie bei jedem folgenden Versuche sogleich in derselben Stärke, selbst auch nur aufs Ungefähre, wieder hervorzurufen vermöchte? — Durch folgendes Mittel ist es mir gelungen, die rechte Wirkungsweite für das Glas oder Siegelack in 95 u. f., welches auch der Grad des electricischen Zustandes dieser war, zu finden, und damit begreiflich zugleich den glücklichen Erfolg des jedesmahligen Versuchs von selbst zu sichern.

121. Ich bringe den eben erforderlichen und vorher geriebenen Körper, in 95 z. B. das Siegelack, anfangs in die Nähe etwa eines halben Fußes gegen B Hier wird α beständig von β angezogen, so oft ich jene Stange an B nähere. Ich entferne das Siegelack noch um einen halben, also zusammen um einen ganzen Fuß von B , und bringe es abermahls wiederholt gegen B hin und wieder zurück. α wird, wenn nur das Siegelack vorher nicht gar zu schwach gerieben war, bei der Näherung des letztern gegen B gewöhnlich noch immer von β angezogen werden, aber schon weit schwächer, als vorhin. Ich bringe das Siegelack in nach Erforderniß bald größern bald kleinern Sprüngen immer noch weiter von B weg, und

untersuche bei jedem, was eine Wiederholung der bekannten Schwingungen des Siegelacks auf α oder β für Folgen hat. So kommt endlich die Zeit, wo α , nachdem es zuvor in wenig kürzern Distanzen noch merklich von β angezogen wurde, fast ganz in Ruhe zu bleiben scheint, und nun ist nur noch eine kleine Vergrößerung der Entfernung des Siegelacks von B erforderlich, um vielleicht schon während dieser, α , das bei solchen Gelegenheiten vorher beständig von β sich entfernte, gegen dieses sich hinbewegen, gewiss aber bei jeder darauf folgenden Näherung des Siegelacks gegen B es von β wieder zurückzugehen, kurz, *abgestossen* zu sehen. Dies ist dann für die eben statt habende Intensität der Electricität des Siegelacks die Weite, aus der es auf $B\beta$ zu wirken hat, wenn es um die gütige Anstellung des Versuchs 95 zu thun ist, — die aber hiermit schon wirklich geschehen und abgethan ist. — Dafs für das *Glas* in 96 das Verfahren dasselbe ist, versteht sich von selbst.

122. Wen übrigens etwa die frühern Anziehungen α 's und β 's auf einander im Verfolge der vorigen Methode, die nachher in wahre Abstoßungen übergehen, noch in Ungewissheit lassen könnten, welches von beiden Phänomenen eigentlich als entscheidendes, ja, ob überhaupt eines davon als solches anzunehmen sey, der hätte blofs zu bedenken, dafs in 121 β auf α bei größern Nähen des Glases oder Siegelacks zu B , ungeachtet sein, (β 's,) Gehalt an R , wie sich in 118

erwiesen hat, von der Art war, daß er mit dem an X in α ursprünglich Eine Beschaffenheit hatte, und somit nach den bekannten Polaritätsgesetzen dem ersten Anscheine nach durchaus abstoßend hätte wirken müssen, aus denselben Gründen dennoch gerade das Gegentheil zu thun scheinen mußte, wie unter ähnlichen Verhältnissen man es von gleichnamigen magnetischen, der Stärke nach ungleichen Polen, bei gewissen Nähen derselben längst wahrzunehmen gewohnt ist, und daß demnach ersteres eben so wenig mit dem Gegentheile in Widerspruch steht, als es bei letzterm der Fall ist. Um sich noch überdies durch den Augenschein davon zu überzeugen, daß in der Anziehung bei grossen Nähen in unsern Versuchen, wirklich die Abstoßung mit enthalten ist, die bei grössern Fernen allein und rein hervortritt, darf man nur in Fällen, wo eben β wegen seines zu starken electrischen Zustandes anziehend wirkt auf α , $A\alpha$ seinen X -Gehalt dadurch entziehen, daß man es ausser Verbindung mit α setzt, und es darauf noch, 54 zu Folge, mit einem unisolirten Leiter berührt, und sogleich wird man α , unter sonst ganz gleich bleibenden Umständen, um ein sehr Merkliches stärker nach β hingezogen sehen, als vor diesem. In solchen Fällen aber wird auch β bis aufs Letzte und in der grössten Entfernung der Glas- oder Siegellackstange von B , so lange nur überhaupt noch dadurch sichtlich gewirkt wird auf α , dieses beständig anziehen, und

die Abstoßung, die sich ohne dieses Verfahren zeigte, gänzlich wegbleiben.

123. Wir werfen jetzt noch einen *allgemeinen Blick auf die ganze vorige Untersuchung* zurück. — Ist es wahr, daß so mancher der erzählten Versuche und so manche Bemerkung, die dieser und jener von ihnen nöthig machte, uns, oft schon während ihrer Erzählung, als überflüssig vorkamen? Gewiss! Ich habe das schon bei ihrer Anstellung gefühlt, ja, ich habe diese mit dem Bewußtseyn ihrer Ueberflüssigkeit unternommen. Dessen ungeachtet, was konnte mich bewegen, mich allen den Schwierigkeiten so lebhaft entgegenzusetzen, die sich dabei so häufig darbieten; die Zeit, den Aufwand nicht zu achten, den sie alle kosten? Nichts, als von meiner Seite ein für allemahl ein lebendiges Beispiel davon zu liefern, wie man mit Vielem, mit sehr Vielem, am Ende eben nichts mehr erreiche, als mit sehr Wenigem, aus dem rechten Gesichtspunkte betrachtet. *Ein einziger Versuch* wäre hinlänglich gewesen, die Polarität der galvanischen Batterie mit allen ihren Phänomenen für immer festzusetzen; *Ein einziger Versuch* hätte hingereicht, die Identität dieser Polarität mit der electrischen darzuthun. Alle übrigen sind Pleonasmen. Wählen Sie in 117 unter 11 — 20, welchen Sie wollen; und eben so unter 21 — 36; jeder wäre zu diesem einzigen Versuche gleich geschickt gewesen. Ist es noch nöthig, deshalb Worte zu machen? Alle $+$ E sind sich gleich; schon darum müssen es alle $-$ E ebenfalls

seyn; und umgekehrt. Nur Ein Versuch durfte das Vorhandenseyn eines zu untersuchenden $\pm X$ darthun, und ein zweiter schon bewies die Identität desselben mit $\pm E$. Aber identisch mit ihm, $\pm E$ selbst, wird es nothwendig in allen Stücken sich gleich, d. h., $\pm E$ gleich, seyn, und Alles, was von ihm einmahl galt, thut dasselbe für immer. Und so werden die andern Versuche alle nichts, als eigensinnige, dafür aber auch genug mit Mahlsamkeit gestrafte, Wiederholungen von lauter Versuchen, die längst bis zum Vergessen bekannt waren.

124. Aber was müssen Sie mir auch nun zum Lohne für meine Mühe, was muß mir jeder, der diese Blätter liest, dafür versprechen? Nichts anderes, als künftig, so oft ein ähnlicher Fall wieder kommt, und das könnte er wohl in der That, mit den beiden einzigen Versuchen zufrieden zu seyn, die ich etwa statt aller, die möglich sind, wie ich es diesmahl that, darreichen könnte; die ich aber gewiß auch allemahl mitbringen werde, wenn es sonst Ernst seyn soll, jemandes Glauben in Anspruch zu nehmen. Ja, es könnte der Fall kommen, sie auch nur aufzuzeigen, als längst vorhanden, längst von der Natur selbst angestellt; auch hier möchte ich mir Rücksicht erbitten. Wie pulverisirt liegt das grofse Continuum in den Compendien da, was doch an sich nur Eine Maasse bildet; auch unser Nachbild, unfre Theorie muß ganz seyn und Eines, wie sie. Wie viel ist noch anzuerkennen! Aber die Zeit ist kurz, und Abbreviatoren sind viel werth; sich

ihrer, der erlaubten, bedienen, heist: mit Logarithmen rechnen. Das wollen wir also, so viel es möglich ist! Ich will überhaupt nun kürzer seyn; die Umständlichkeit der Darstellung in den vorigen Bogen macht es möglich. Das Endresultat der frühern Untersuchung war: *Identität des sich durch Anziehung, Abstoßung, Vertheilung und Mittheilung äussernden Gegensatzes der galvanischen Batterie mit dem der Electricität.* Selbst diese Umständlichkeit im Ausdrücke jenes Resultats fällt jetzt weg, und es ist künftig von den *Electricitäten der galvanischen Batterie* schlechthin die Rede.

II.

125. Bei Batterien aus Zink und Silber hat das Silberende derselben *Minus-*, das Zinkende *Plus-Electricität*. *) Bei Batterien aus Zink und Kupfer vertritt letzteres die Stelle des Silbers; es hat dessen, d. i., *Minus-Electricität*; das Zink behält *Plus*. Bisher geschahen Versuche immer nur mit den beiden *Enden* der Batterie, und nur von diesen wußten wir, sie haben diese oder jene *Electricität*. Aber es war der Mühe werth, die Batterie in allen ihren Punkten auf das Gleiche zu prüfen. Ich habe dabei Folgendes gelernt.

*) Nach Nicholson's Construction der Säule, d. i. also, das wahre Zinkende — *E*, das wahre Silberende + *E*. Vergl. S. 390. d. H.

126. Die Quanta von $+E$ und $-E$ an den Enden der Batterie sind Maxima von kleinern, die durch die ganze Batterie hindurch vorkommen. Die Batterie sey 100 Plattenpaare stark. Bei 1 sey das Maximum von $+E$, bei 100 das Maximum von $-E$. Man findet, (auf ähnliche Weise, wie wir vorhin diese Maxima behandelten,) durch Anbringen eines Drahtes an das 10te, 20ste, 30ste Plattenpaar und Verbindung desselben mit der im Vorigen oft erwähnten Glocke, deren Stempeln und Goldblättchen, eine continuirliche Abnahme des hier gegenwärtigen $+E$, bis man endlich einen Punkt antrifft, den ich den Nullpunkt nennen will, und wo alles $+E$ aufhört. Er fällt im Ganzen in die Mitte der Batterie. Ueber diesen Punkt hinaus nach dem 60sten, 70sten Plattenpaare hin, zeigt sich $-E$, das mit der Zunahme der Entfernung vom sogenannten Nullpunkte ebenfalls zunimmt, bis es endlich am Ende der Batterie beim 100sten Plattenpaare die Stärke wieder hat, die man aus frühern Versuchen hier zu finden gewohnt war, und die jetzt als Maximum auftritt.

127. Ich nehme zwei Batterien, jede von 100, in den Versuch. Ich verbinde das $+$ Ende der einen mit dem $-$ Ende der andern. Plus und Minus verschwinden hier; völlige Indifferenz tritt ein, aber das $-$ Ende der ersten wie das $+$ Ende der zweiten Batterie nimmt an Stärke zu, und kommt für jedes scheinbar bis zum Doppelten. Beide Batterien bilden Eine; ihre 4 Pole sind reducirt auf 2 von

doppelter Stärke; die beiden *Nullpunkte* auf Einen; und dieser fällt, bei übrigens gleichen Umständen, weder an die Stelle des einen noch die des andern der ältern, sondern zwischen diese beiden an die correspondirenden Grenzen der beiden verbundenen Batterien.

128. Auf gleiche Weise verbanden sich *drei solche Batterien zu Einer*, die statt 6 Pole von einfacher, 2 von dreifacher Stärke, und statt 3 älterer Nullpunkte einen in der Mitte der zweiten Batterie hatte. — Es ist deutlich, wie die Verbindung von vier und mehr solchen Batterien ausfallen müsse; ferner, wie zu solchen Verbindungen, damit der Erfolg der angegebene sey, nur völlig gleich construirte und sonst gleich wirkende Batterien anzuwenden sind.

129. Bringt man an das eine Ende einer einzelnen Batterie, z. B. von 100, eine *Ableitung*, indem man es durch einen langen Eisendraht mit dem feuchten Boden unmittelbar, oder durch eine oder mehrere Personen mittelbar in Verbindung setzt; so geht in der Electricität der Batterie folgende Veränderung vor. In dem einen ungetheilten Moment des Eintritts jener *Ableitung springt das E* des entgegengesetzten Endes schnell *auf das Doppelte*; der vorige Nullpunkt in der Mitte der Batterie verschwindet, und es tritt an dessen Stelle ein *E* von derselben Stärke, wie zuvor das an dem obern genannten Ende war; jenseits des vorigen Nullpunkts ist kein dem oben entgegengesetztes *E* mehr da,

Sondern in einem Augenblicke ist es übergegangen in das dem obigen gleiche *E*, und die Grade der Intensität desselben bilden eine, continuirliche Reihe mit den dießseits vorhandenen, und nehmen nach dem Orte der Ableitung zu allmählig ab, bis sie an diesem selbst endlich in die wahre *Null* übergehen.

130. Nimmt man jetzt den ableitenden *Draht* ab, und läßt so die Batterie wieder in dem Zustande der *Isolation* zurück, so bleibt die *Electricität* der Batterie dennoch auf längere, noch nicht näher bestimmte Zeit in dem Zustande zurück, in welchen sie durch das vorige Verfahren gebracht wurde. Bringt man während dessen an dem Ende der Anhäufung von *E* dieselbe *Ableitung* an, die vorher am entgegengesetzten Ende, das jetzt noch immer *Null* ist, statt hatte, so springt diese *Null* schnell in ein *Maximum entgegengesetzter E*, aber von ähnlicher Intensität, als das, das sich so eben noch an dem Ende der Anhäufung befand, über, und dieses letztere wird zu *Null*.

131. Bringe ich bei einer solchen Batterie, die durch ihre ganze Länge, in continuirlicher Abnahme, nur die eine oder die andere von den beiden *Electricitäten* hat, in der *Mitte* eine gleiche *Ableitung* an, so sinkt das *Maximum* am Ende der Anhäufung auf die Hälfte herab; die *Null* des andern, wo die *Ableitung* im vorigen Versuche war, steigt in der entgegengesetzten *Electricität* bis zur selbigen Stärke, auf die das *Maximum* am ersten Ende so eben zurückkam, und an der Stelle der jetzigen *Ablei-*

leitung verschwindet alles $+E$ oder $-E$, und der Punkt wird Null. So ist dann die Batterie wieder in demselben Zustande, in welchem sie vor allem Versuche war.

132. Man bringe die Ableitung an einer Batterie von dem Zustande, wie der, in den sie durch 129, oder 130 versetzt wurde, an irgend einem beliebigen Punkte derselben, an. Immer wird die Stelle der Ableitung Null werden, und die Intensitäten der, die beiden, (auf diese Art auch auf das ungleichste abgetheilten,) sich gegenüber liegenden Hälften der Batterie einnehmenden, entgegengesetzten Electricitäten werden sich immer zu einander direct verhalten, wie die genannten beiden Hälften der Batterie, bestimmt durch die Zahl der diese bildenden homogenen Plattenpaare. Bei einer Batterie von 100 demnach, und einer Ableitung bei 33, (s. oben 126,) wird die $+E$ am Zinkende zu der $-E$ am Silber- oder Kupferende sich ungefähr verhalten, wie 1 : 2.

133. Zu dem angegebenen Resultate kommt es bei jedem möglichen Zustande der Batterie vor dem Versuche. Man bringe eine Ableitung bei 35 an. Die Electricitäten $+$ und $-$ werden sich ihr gemäß verhalten, wie 1 : 2, sie mögen vor dem Versuche gleich oder ungleich, und in welchem Verhältnisse es auch seyn könnte, gewesen seyn, oder es mag vorher, wie es in 132 der Fall war, gar durch die ganze Batterie nur eine einzige sich gezeigt haben.

134. Ich verbinde die beiden Enden einer einfachen oder aus mehreren zusammengesetzten Batterie durch einen *Eisendraht*, und lasse auf diese Weise die Kette geschlossen. Mit dem Moment der Schließung verschwindet alle *Electricität* der Batterie; der ganze geschlossene Kreis, wo man ihn auch auf die bekannte Weise untersuchen mag, ist Null, und bleibt es so lange, als er in der Schließung verharret.

135. Ich nehme den Draht wieder weg, daß die Kette der Batterie wieder offen ist. Im ersten Augenblicke nach dieser Oeffnung ist nichts von *E* zu bemerken; aber schon in wenigen darauf, erscheint etwas davon, und nicht lange währt es, so ist sie durch continuirliches Wachsen hindurch wieder in aller der Stärke da, in der man sie vor aller Schließung und Trennung daselbst angetroffen hatte. — Es kommt bei dieser Wegnahme des schließenden Drahts viel darauf an, ob man ihn vermittelt Isolatoren, oder ohne solche, von der Batterie wegbringt. Nur im ersten Falle darf man darauf rechnen, beide Electricitäten in den ihnen gewöhnlichen Hälften der Batterie ganz der Regel nach wiederzufinden; im zweiten wird nach Umständen schon mehr oder weniger der Fall 129 oder 130 construirt, und damit auch mehr oder weniger das gegeben, was unausbleibliche Folge desselben ist: Einseitigkeit der Electricität der Batterie, partielle oder totale.

136. Ich *verbinde* bei einer Batterie von 100, *einen Theil derselben* in der Mitte, etwa von 30 an bis 70, durch einen isolirten Draht zur Kette. Diese ganze Strecke der Batterie wird *Null*; das $+ E$ oben wie das $- E$ unten nimmt ab, und kommt etwa auf eine Stärke herab, die diese Electricitäten an den beiden Enden einer Batterie von 60 haben würden. So besteht eine solche Batterie aus einer *positiven Seite*, einer *negativen Seite*, und einer *Null-Linie* in der Mitte zwischen beiden.

137. *Verbindet man* bei einer Batterie von 100, deren Nullpunkt bei 50 ist, *die Länge derselben*, von 1 bis 50, oder die von 50 bis 100, zur Kette, so wird diese geschlossene *eine Hälfte der Batterie durchaus Null*, insofern die andere ihre Electricität in ihrer vorigen Stärke ungestört fortbehält.

138. Geschieht die *Annihilirung der Batterie* als electrischer der Art nach nicht mit der Regularität, wie in 136 und 137, sondern *irregulär*, wie, wenn man 20 bis 60 zur Kette schloß, so *sinken die Electricitäten der beiden übrig gebliebenen Batterie-seiten nach Verhältniß der ihnen gebliebenen Größen*, so daß sie also namentlich in diesem Falle das Verhältniß von $+ E . 1 : - E . 2$ zu einander bilden.

139. Es ist leicht, aus dem Angeführten den Erfolg für alle mögliche Fälle zu wissen. Der Versuch wird zeigen, daß man nicht irren könne.

140. In allen partiellen Fällen 136 — 139 *siehe* sich nach der Aufhebung der Kettenverbindung

die *Electricitäten* des *geschlossen* *gewesenen Theils* der *Batterie*, und die *Correspondenz* dieser *Electricitäten* mit den noch zurückgelassenen, durch verhältnißmässiges *Steigen*, *Fallen* . . . dieser, nach einiger Zeit *wieder her*, welche der *Dauer* nach durch den besondern Fall selbst bestimmt ist.

141. *Galvanische Batterien jeder Composition haben im natürlichen Zustande entgegengesetzte electrische Pole, und Nullpunkte.* Doch wirken in Rücksicht des Verhältnisses der *Intensitäten* beider *Pole* zu einander, noch Umstände bestimmend mit, die ich, des Vielen ungeachtet, was mir als dahin gehörend vorkam, doch eine geraume Zeit lang nicht alle in meine Gewalt bekommen konnte. Sie erinnern sich z. B., daß ich in der ersten Hälfte dieses Briefes die *Intensität* der *Plus-Electricität* oder die der *Zinkseite* mehrmahls kleiner angab, als die der *Minus-Electricität* oder die der *Silber- oder Kupferseite*, die immer größer ausfiel; und das nämliche hatte noch in einer Menge von Fällen, die der Anstellung des Versuchs nach aber mit jenen sämmtlich in Eine Zeit fielen, statt. Die *Batterien*, an denen dies vorkam, waren sämmtlich mit *Kochsalzauflösung* als *Befeuchtungsmittel* der *Pappenscheiben* gebaut. Ich construirte darauf *Batterien* von ähnlicher Größe mit *destillirtem Wasser* statt *Kochsalzauflösung*, und nun hatte ich die stärkere *Electricität* lange Zeit fast constant auf der *Plus- oder der Zinkseite*. Doch war auch dies nicht

strenges Gesetz. Ich fand auch hier Batterien, wo bald diese, bald jene Seite, bald keine von beiden die prädominirende war, ohne daß ich den jedesmaligen Grund davon klar einsehen konnte. Eben so variabel fand ich Batterien mit Salmiakauflösung. Ja, selbst die Batterien auf die alte Art wieder mit Kochsalzauflösung construirt, hielten in spätern Versuchen bei weitem die Regel so strenge nicht mehr, als sie es früher zu thun geschienen hatten. — Zur Zeit dieser Beobachtungen war ich indess noch nicht mit den Versuchen 125 u. f. bekannt. Besonders nach dieser Zeit habe ich nie etwas Bestimmtes mehr über dergleichen ausmitteln können, vielmehr habe ich glauben müssen, daß alle Veränderungen in der Intensität dieser oder jener Electricität der Batterie, die momentanen wie die permanenten, zuletzt höchst wahrscheinlich durch nichts in dem Innern der Batterie selbst Liegendes, sondern einzig durch Umstände begründet wurden, die eine größere oder geringere Aehnlichkeit in Ursache und Folge haben mit denen, deren von 129 an näher gedacht ist. Irgend eine gleichförmige, in dem Nacheinanderanstellen der Versuche u. f. w. unbewußt mir zur Gewohnheit gewordne Kleinigkeit, deren ich mich nach einer Menge anderer von ihnen verschiedner und wegen ihres ganz andern Mechanismus von jenen Kleinigkeiten abbringender Versuche, auf keine Weise wieder entsinnen konnte, muß Gleichförmigkeit in die Irregularitäten gebracht haben, die sich in den frühern Versuchen mir so

constant aufdrang, ohne das ich gewußt hätte, sie zu reimen.

142. Und so haben auch noch spätere und ganz neuere Versuche, angestellt mit einer Rücksicht auf alle mir bekannten Umstände und einer Sorgfältigkeit, die viel Raum und Zeit zu ihrer Erörterung erfordern möchte, mich in der Meinung bestärkt, das *Batterien aufs gleichförmigste construiert, isolirt und behandelt, ihren Nullpunkt der Regel nach ziemlich in der Mitte haben, und das ihre Electricitäten an beiden Enden im Ganzen gleiche Grössen*, wie man dies aus der Gleichheit der Wirkungsgrößen zu schliessen im Stande ist, haben. — Dessen ungeachtet bleibt, andern allgemeinen Polaritäts-Analogien zu Folge, es wahrscheinlich, das wirklich bei regulären Batterien der electriche Nullpunkt *nicht genau* in ihre Mitte, sondern in der That um etwas weniger dem Zinkende näher, als dem Silberende, falle. Aber *diese* Entfernung des Nullpunkts vom Mittelpunkte ist ohne Zweifel zu geringe, als das ich hätte Ansprüche darauf machen können, sie mit meinen in dieser Hinsicht immer noch zu groben Mitteln wirklich aufzufinden.

143. Noch eine Menge Wirkungsfälle wären anzuführen, die so paradox als neu erscheinen könnten. Aber zu was, wenn sie zuletzt doch alle nichts, als eben so viele sehr begreifliche Modificationen sind, entstanden aus der Combination dieses und jenes bereits im Vorigen im reinen Zustande da gewesenen. Die Ansicht sämmtlicher Erschei-

nungen dieser Art aber ist bis zur wirklichen Aufstellung einer erschöpfenden Theorie derselben beträchtlich erleichtert, sobald man nicht vergißt, daß z. B. bei einer Batterie von 100, deren Nullpunkt bei 50 ist, daß das $+E$ derselben keinesweges von 1 nur bis 50, und eben so ihr $-E$ keinesweges von 100 an nur bis 50, sondern ersteres in der That von 1 bis 100, und letzteres in der That von 100 bis 1 sich erstreckt, also das *Schema der wahren Electricitäts-Gegenwart in der galvanischen Batterie*, wenn *ADB* die GröÙe der *positiven*, *BDE* hingegen die der *negativen* ausdrückt, der 2ten Figur auf der 6ten Tafel ähnlich ist, und daß *C* somit keinesweges zum absoluten, sondern bloß zum *relativen Nullpunkte*, entstanden aus den gegenwärtigen $+$ und $-$'s, ohne einen hier eben statt findenden Ueberschuß des einen oder des andern, wird; — ein Schema, das gar nicht das Schema bloß dieser (electrischen), sondern zuletzt *aller möglichen Polarität* ist, wie an seinem Orte sich jedem nachweisen läßt, oder vielmehr schon nachgewiesen ist.

144. Ich habe oben in 134 gesagt, daß bei der *Schließung* einer Batterie durch einen Eisendraht *alle Electricität aufgehoben* werde. Aber *nicht bei jeder Schließung* ist das so. Man schliesse z. B., indem man die experimentirende Person selbst mit der einen Hand dieses, mit der andern jenes Ende der Batterie berühren, und sie damit in Berührung läßt. Hier wird man bloß eine *Schwächung* der beiden

Electricitäten bemerken können. Oder besser: man fülle eine Glasröhre von etwa 20 Zoll Länge mit *Wasser*, verwahre ihre beiden Oeffnungen mit Stöpfeln, stecke durch jeden derselben einen Eisendraht so, daß die beiden in der Röhre befindlichen Enden der Drähte anfangs 18 Zoll von einander stehen. Den einen äußern Draht dieser Röhre bringe man mit dem Zink-, den andern mit dem Kupfer- oder Silberende einer Batterie von 100 in Berührung. Die Kette ist also geschlossen. Aber kaum, daß man nur die geringste Schwächung in der Electricität der Batterie bemerken kann. Man nähere die Drähte sich bis auf 12 Zoll, und schliesse wieder. Noch wird die Schwächung kaum merklicher. Man nähere sie einander bis zu 10, zu 8, zu 6, zu 4 Zoll. Dies sind die Distanzen, wo die Schwächung der Electricitäten anfängt, deutlicher zu werden. Mit jeder Näherung dieser Art nimmt sie zu, aber — immer bleibt die *Aufhebung der Batterie-Electricität nur partiell*. *) Sie bleibt es, ungeachtet der fortdauernden Zunahme, noch, wenn auch die Drähte durch 3, durch 2, durch 1 Zoll hindurch sich endlich bis zu $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, ja $\frac{1}{12}$ Zoll nahe gekommen sind, und erst, wenn *beide Drähte sich* mit ihren Enden innerhalb des Wassers ganz und *unmittelbar berühren*, erst dann und nicht eher ist *alle Electricität aufgehoben*; aber erst nun ist auch der Fall

*) Man vergleiche die ähnlichen Ermanischen Versuche S. 305.
d. H.

wieder da, der in 134 mit solchen Folgen angegeben wurde.

145. Sehr merkwürdig aber, und nicht so leicht, wie es wohl scheinen könnte, erklärbar, ist Folgendes. Ungeachtet, dem eben da gewesenen zu Folge, selbst schwache Schichten Wasser von Linliendicke die Electricität einer Batterie vielleicht zur Hälfte vernichten, und sie so als bei weitem schlechtere Leiter, als das gewöhnlichste Metall in den größten Massen, erscheinen; so erleiden doch alle von 38 bis 133 angeführten Versuche, (nur wenige Fälle konnte ich, der gar zu großen Umständlichkeit wegen, nicht auf diese Weise wiederholen,) in ihrem Resultate *nicht die mindeste bemerkliche Schwächung in ihrer Intensität*, wenn man, statt des dabei gewöhnlich gebrauchten, ein Continuum bildenden Eisendrahts, Drähte anwendet, die durch 10, 20, ja 30 Zoll Wasserlänge ein, ja sogar mehrere Malh unterbrochen sind. Die wahre Erklärung dieses Phänomens kann erst die späte Folge geben.

146. Man untersuche eine Batterie, die durch einen Eisendraht, wie wir es genannt haben, *total* geschlossen ist. Sie zeigt keine Spur freier Electricität; aber sie giebt auch *keine Schläge*, keinen Geschmack auf der Zunge, kein Licht im Auge, kurz, *für kein sinnliches Organ die geringste Empfindung mehr* bei Bildung einer neuen Kette, in die diese Organe als Glieder eingehen. Man schliesse die Kette der Batterie nur *partiell*; aus 144 weiß man, wie. Man wiederhole die genannten zweiten Ver-

bindungen, und man findet: vorhandene freie Electricität, Schläge, Geschmack auf der Zunge, Licht im Auge, u. s. w., kurz, *alles wie bei ungeschlossener Batterie* der Qualität nach, aber dem Quantum nach freilich bestimmt (*in geradem Verhältnisse*) durch den Grad von Partialität der ersten Schließung der Kette.

147. Man wiederhohle, zuerst die *totale*, dann die *partiale* Schließung der Kette, mit Rücksicht auf irgend eines der *objectiven* Phänomene, (so genannt) im Gegensatze jener in meinem zweiten Briefe an Sie, (*Annalen*, VII, 447—484.) erzählten, die ich die *subjectiven* nennen möchte,) welche sie im ungeschlossnen Zustande zu geben gewohnt war. Während ersterer fehlt alle Wirkung schlechterdings, während der zweiten aber ist allerdings welche da, und zwar steht sie auch hier wieder, dem Quantum nach, im geraden Verhältnisse mit dem Grade der Partialität der Schließung der ersten Kette. Die Durchführung dieses Versuchs durch die Phänomene der Funkengebung und der so verschiednen durch die galvanische Batterie bestimmbaren chemischen Erscheinungen giebt zu einer Menge interessanter Beobachtungen Gelegenheit, die ich aber für jetzt übergehen muß, weil von jenen Erscheinungen selbst in dem Bisherigen meiner Briefe an Sie noch nicht die Rede war.

148. Man *schliesse* eine Batterie durch Verbindung ihrer beiden Enden mit einem Eisendrahte *total*, und lasse sie einige Zeit geschlossen. Dann

öffne man sie schnell. In 135 erwähnte ich schon, daß den Augenblick nach dieser Oeffnung alle Electricität der Batterie fehlt, und diese erst nach und nach wieder zum Grade ihrer vorigen Erscheinung zurückkommt. Dasselbe ist auch mit allem Uebrigen, was die Batterie sonst giebt, der Fall. *Unmittelbar nach der Oeffnung der Kette hat kein einziges der subjectiven Phänomene statt.* Aber man lasse die Kette, die man zu solchen subjectiven Versuchen schloß, geschlossen, und sie finden sich nach und nach wieder ein, und sind zuletzt mit aller der Stärke gegenwärtig, die sie nur erreichen können, wenn sie gleich anfangs so stark angingen. Wie man die Anstellung des Versuchs nach der Oeffnung der ersten Kette länger und länger aufschiebt, d. i., die zweite Kette 10, 20, 30 . . . Sekunden nach der Oeffnung der ersten, schließt, wird auch die Wirkung, die bei dieser Schließung sogleich eintritt, immer stärker und stärker. — Alles dies gilt übrigens auf eben die Art von den *objectiven Erscheinungen an der Batterie.*

149. Bei Aufhebung *partieller* Schließungen der Batterie; für welche 144 bloß *Schwächung* ihrer *Electricitäten* angab, ist auch die *Wirkung* der Batterie für eine zweite Schließung vom ersten Augenblicke nach der Oeffnung an, nach Verhältniß mehr oder weniger *nur geschwächt*, und hat also, um zur ganzen Stärke zurückzukommen, nur einen Theil der Zeit nöthig, die in 148 dazu erfordert wurde.

150. Noch scheint die *Dauer* des ersten Geschlossenseyns der Batterie, besonders bei totalen Schließungen, auf den nachherigen Zustand der Batterie von Einfluß zu seyn. *Je länger* nämlich sie währte, *desto vollkommener* ist die Vernichtung aller Wirkung für die nächstfolgenden Augenblicke, und desto langsamer auch die völlige Wiederherstellung derselben.

151. Ich nahm 6 *kleine Glasröhren* von 2 Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll Weite, füllte sie mit *ausgekochem destillirten Wasser*, verwahrte sie an beiden Enden mit guten Stöpfeln, und brachte in jede Röhre von einer Seite durch den Kork hindurch ein Stück dünnen *Messingdrahts*, so daß 2 Zoll davon sich außerhalb der Röhre, 1 Zoll desselben aber innerhalb jeder befand. Diese Röhren besetzte ich durch jedesmahliges Zwischenlegen des äußern Theils des Drahts der Röhre zwischen zwei Glieder einer Batterie von 100 Paar Zink und Kupfer dergestalt, daß die *erste* mit den Platten des ersten Plattenpaares von oben herunter gezählt, also bei dieser Batterie mit dem *Zinkende* derselben, die *zweite* mit denen des 25sten, die *dritte* mit denen des 50sten, die *vierte* mit denen des 75sten und die *fünfte* endlich mit denen des 100sten Plattenpaares oder dem *Silberende* der Batterie in Verbindung kam, untersuchte dann die Electricität der Batterie, wobei ich den *Nullpunkt* derselben in der *Gegend ihrer Mitte* antraf, und ließ darauf alles im Zustande guter Isolation 24 Stunden stehen. — Sie bemerken wohl, wie bei

dieser Vorrichtung *nicht die geringste Schließung der Batterie* vorkam. Das Wasser in den Röhren sammt dem in ihm befindlichen Drahte befand sich überall außer der Sphäre der Batterie, und hing bloß durch den außerhalb jeder Röhre befindlichen Theil jedes Drahts mit jener an den bestimmten Orten zusammen. — Nach jener Zeit nahm ich die Röhren von der Batterie, die noch immer ihre Electricitäten und ihren Nullpunkt hatte, wie vorher, und verglich jede davon mit der sechsten Röhre, die diese Zeit hindurch außer aller Verbindung mit der Batterie an einem ruhigen Orte von gleicher Temperatur, Helle u. s. w. liegen geblieben war. In dieser *sechsten* hatte sich das Messing des Drahts etwas oxydirt; das entstandne Oxyd war im Wasser zu Boden gefallen, und hatte sich an der untern Wand der Röhre in eine Lage gesammelt. Aber merkwürdig war es, daß die Menge Oxyd in dieser Röhre ohne Batterie, dem Augenmaasse nach, ganz der *gleich* war, die in der Röhre No. 3 mit Batterie entstanden war, und sich, (wie auch in den übrigen Röhren, wo sich Oxyd fand,) auf ähnliche Weise, wie in der Röhre ohne Batterie unten in derselben zu Boden gesetzt hatte. In No. 2 fand ich *mehr* Oxyd, als in No. 3, und in No. 1 wieder *noch mehr* als in No. 2. *An der Zinkhälfte der Batterie also hatte sich der Messingdraht stärker oxydirt, als in der Mitte der Batterie, und ohne solche.* — In No. 4 zeigte sich *fast gar kein* Oxyd, vielmehr war das Wasser ganz klar und durchsichtig, anstatt daß

es in No. 1 — 3 überall, besonders in den ersten beiden, und unter diesen wieder am stärksten in der ersten von diesen beiden, von dem entstandenen Oxyd merklich getrübt war.^{*)} In No. 5 endlich war *nicht eine Spur* von Oxyd zu bemerken; das Wasser war hier fast noch klärer und durchsichtiger, als anderes, das weder mit der Batterie noch mit Messingdraht in Verbindung gewesen war, und hatte noch überdies ein schwaches, aber deutliches gelbgrünliches Ansehen bekommen. *An der Silberhälfte der Batterie hatte sich also der Messingdraht weniger oxydirt, als in der Mitte derselben und ohne solche, ja in dem größten Theile derselben ganz und gar nicht.*^{*)}

152. Ich wiederholte denselben Versuch mit neuen 6 Röhren und der Beobachtung aller der erwähnten Umstände an einer ähnlichen, aber *stärker wirkenden Batterie* von gleichfalls 100 Plattenpaaren. Der Erfolg war wie zuvor, nur daß nun in No. 4 auch *nicht eine Spur* von Oxyd erschien, und das Wasser dieser Röhre bereits anfang, denselben gelbgrünlichen Schimmer zu zeigen, der vorher nur in No. 5 zu bemerken, und dieses Mahl noch merklich stärker war, als das vorige.

153. Ich richtete von neuem eine *gleiche Batterie mit 5 ähnlichen Röhren mit Messingdraht* vor, schloß aber dieselbe *vermittelft Eijendrahts*, und hielt

^{*)} Hierher gehören auch die artigen Grunnerschen Versuche S. 220. d. H.

sie in diesem Zustande 24 Stunden lang. Eine *sechste* den *fünfen* gleiche Röhre blieb außer Verbindung mit der Batterie. Nach Verlauf der genannten Zeit hatte sich in *allen* 5 an der Batterie gewesenen Röhren *Messingoxyd* erzeugt, und zwar *in allen auf das gleichförmigste*, so dafs keine Spur des in 151 und 152 gedachten Unterschiedes oder Gegensatzes mehr zu bemerken war, und alle waren wieder in nichts unterschieden von der ohne Batterie gewesenen. Aber in diesem Versuche zeigte auch, wie aus 154 bekannt ist, die Batterie nicht eine Spur freier Electricität.

154. In dem Verhältnisse, in welchem der Messingdraht in den Röhren der vorigen Versuche zur Batterie steht, in demselben steht am Ende jede Kupfer-, jede Zinkplatte der Batterie zu ihr. Es ist also bereits daraus wahrscheinlich, dafs sich schon ohne alles weitere Hinzugebrachte an der *Batterie* Phänomene zeigen müssen, die Aehnlichkeit mit denen haben, die wir eben beschrieben. Wirklich habe ich mehrere dergleichen, die sich mir mehr zufällig darbieten, als dafs ich sie absichtlich gesucht hätte, beobachtet. Die Menge Batterien, welche ich einzig zur Untersuchung ihrer Electricität baute, und die, besonders bei den ersten Versuchen dieser Art, fast ohne alle Schließung blieben, enthielten die Bedingungen sehr vollständig dazu. Und hier habe ich fast durchgängig die Bemerkung gemacht, dafs das *Angreifen der Platten* durch die zum Tränken der zwischen liegenden Pappen ge-

brauchte Flüssigkeit beständig *nach der Zinkseite der Batterie hin stärker* und auffallender geschab, als in der *Mitte* derselben, und hier wieder *stärker, als nach der Silberseite hin*. Die Flüssigkeit war gewöhnlich Kochsalzauflösung. Es ist aber bekannt, daß das Angegriffenwerden des Zinks sowohl wie des Kupfers vom Kochsalze nichts ist, als ein Oxydations-Prozess dieser Metalle, vermittelt durch das Wasser der Auflösung, und eingeleitet durch die Affinität, die die Säure des Salzes zu den Oxyden hat, welche sich bilden. Hier, wie in jenen Versuchen also, wurde auf der *Zink- oder der Plusseite der Batterie diese Oxydation erhöht*, auf der andern, der *Silber- oder Minusseite, vermindert*. Auffallender war dies noch bei Batterien, die ich mit Salmiakauflösung construirt hatte. Hier ist die Wirkung der Metalle auf die zwischen gebrachte Feuchtigkeit noch weit stärker, als bei Kochsalzauflösung, und aus alten Versuchen ist schon bekannt, daß auf Zink wie Kupfer Salmiakauflösung bereits in der Kälte stark wirkt, und sich Ammoniak und Hydrogengas dabei entbinden. Ohne aber hieran zu denken, habe ich deutlich bemerkt, wie bei solchen Batterien im ungeschlossnen Zustande der *stärkere Ammoniakgeruch* beständig an der *Zinkhälfte* ist, so wie auch das Brausen, das durch die Entwicklung des Hydrogengas erzeugt wird, hier am lautesten ist; — und bei dem Auseinandernehmen solcher Batterien fanden sich auch auf *dieser Seite die Platten bedeutend stärker angegriffen*, und
 mehr

mehr Braunschweiger Grün hatte sich hier gebildet, als gegen die Mitte und in der andern Hälfte der Batterie. Ferner habe ich gesehen, wie bei mehreren Batterien, die mit *ganz neuen Kupferplatten* und, wie alle Batterien mit Wasser oder Kochsalzauflösung, so gebauet waren, daß während ihrer ganzen Dauer zwischen kein Paar Zink- und Kupferplatten, wo sich diese unmittelbar berühren, etwas Feuchtigkeit von den Pappen aus kommen konnte, die Kupferplatten auf der dem Zink zugekehrten Seite nach einigen Tagen durchaus ein solches Ansehen bekommen hatten, wie ich bisweilen an dergleichen Platten wahrnahm, wenn ich sie, ohne daß sie eben feucht waren, einige Zeit auf einem heißen Ofen liegen ließ, und welches in nichts anderm, als in einer *leisen Oxydation* des Kupfers durch das Oxygen der Luft besteht. Diese mit sehr auffallender Färbung begleitete Veränderung war am *stärksten* bei den obersten Kupferplatten der Zinkseite, wurde immer schwächer, je tiefer ich in der Batterie herunterkam, und *fehlte* endlich an den letzten Platten der Silberseite ganz. — Aus allen diesen Beobachtungen sehen Sie, wie auf der Zinkseite und Zinkhälfte der Batterie allemahl eine Tendenz nach stärkerer Oxydation als in der Mitte, auf der Silberseite und Silberhälfte derselben hingegen noch schwächere Oxydation oder Aufhebung derselben vorhanden ist, so lange die Batterie sich im ungeschlossenen Zustande befindet. Denn wirklich

155. habe ich *nie etwas dergleichen bemerkt bei Batterien*, die, zum Theil aus Absicht, die Zeit ihrer Existenz hindurch *total geschlossen* oder der totalen Schließung wenigstens nahe gehalten wurden. Es ist bekannt, daß, besonders bei Batterien von der Stärke, wie die meinigen doch immer waren, kurz nach der Schließung durch die ganze Batterie hindurch eine starke Wirkung beginnt, oder eine schon vorhandene doch hierdurch beträchtlich verstärkt wird; aber so viel ich habe bemerken können, ist dies immer mit solcher Gleichförmigkeit durchs Ganze geschehen, daß von einem solchen Unterschiede, wie ich in 154 erwähnt habe, nichts zu sehen war. — Nur wünschte ich freilich, (da die Beschreibung davon zu weitläufig ausfiel,) Ihnen einmahl selbst zeigen zu können, wie ich es anfangs, daß die sämmtlichen Platten durch die ganze Sphäre einer Batterie sich überall gleich stark drücken; ein Umstand, auf den überhaupt viel ankommt, ganz vorzüglich aber, wenn Batterien zu solchen Resultaten, wie die eben erzählten sind, geschickt seyn sollen.

156. Ueber die *Electricitäten der Batterie* in Hinsicht der Materien, aus denen letztere componirt ist, habe ich beobachtet, daß im Ganzen eine Batterie *um so stärkere Electricität* zeigen kann, je mehr, daß ich so sage, *Materie nöthig war, eine Batterie von einer gewissen Wirkungsstärke*, (diese nach den gewöhnlichern Rücksichten bestimmt,) *hervorzubringen*. So habe ich Batterien von 100

Paaren Kupfer und Zink aus denselben Platten, aber mit bloßem Wasser zusammengesetzt und von schwacher chemischer Wirkung, weit stärkere Electricitäten geben sehen, als Batterien von gleichen Gröſſen mit Kochſalzauflöſung, die deſſen ungeachtet unvergleichbar ſtärker chemiſch wirkten, wie jene, und Batterien mit Salmiakauflöſung zur Zeit ihrer ſtärkſten chemiſchen Wirkung, wo ſie ähnliche mit Kochſalzauflöſung noch beträchtlich übertreffen, äußerten ſchwächere Electricitäten, als eine der beiden vorigen Arten, ſelbſt in ſchlechten Zeiten. Auch konnte ich in Verſuchen mit ſolchen Salmiakbatterien nichts von der Erhöhung der dort noch X genannten Electricität in $A\alpha$ oder $B\beta$ nach der Trennung a 's oder b 's davon, bemerken, deren ich oben in 61 für Waſſer- und Kochſalzbatterien ſo umſtändlich gedacht habe. Deſgleichen habe ich Batterien von anfangs ſtarker chemiſcher Wirkung beim Abnehmen dieſer, aus Mangel vielleicht an Feuchtheit der Pappen u. ſ. w., noch ſtarke Electricitäten fortzeigen ſehen, die, wenn auch ſchwächer, als zu Anfang, doch zu dieſen bei weitem nicht in dem Verhältniſſe ſtanden, wie die kleinern chemiſchen Wirkungen zu den gröſſern:

157. Die *Funken*, welche galvaniſche Batterien bei der Schließung geben, ſcheinen ebenfalls *in keinem zu groſſen Zusammenhange mit der freien Electricität der Batterie* zu ſtehen. Ich habe Salmiakbatterien mit faſt gar keiner Electricität noch ſtarke Funken geben ſehen, während aus weit electrifchern

Kochsalz-, und, noch mehr, Wasserbatterien nicht der kleinste Funken mehr zu locken war.

158. *Nicht gleich nach der Errichtung zeigt eine galvanische Batterie ihre Electricitäten.* Ich habe einige, (mit Kochsalzauflösung und schnell gebauete,) ohne zuvor die geringste Schließung oder sonst etwas vorzunehmen, bloß in dieser Hinsicht untersucht. Erst nach und nach entwickelten sich jene, und wuchsen dann zu beträchtlichen Stärken an, je länger ich mit einer Schließung der Kette, die sie aufhebt, und dergleichen zögerte. — *So verschwinden sie auch beim Auseinandernehmen einer Batterie nicht sogleich.* Ich nahm eine mit Wasser gebauete Zink-Kupfer-Batterie von 100 Plattenpaaren aus einander, nachdem sie bereits zwei Tage gestanden hatte, aber noch starke Electricitäten zeigte. Ich suchte vorher ihren Nullpunkt auf und merkte ihn genau. Die Platten, die gewöhnlich in der Ordnung zusammengebacken sind, daß oben eine Zinkplatte, darunter die schmälere feuchte Pappe, und darunter wieder die breitere Kupferplatte liegt, welche drei dann immer eins ausmachen, faßte ich beim Wegnehmen mit ganz trocknen, also fast isolirenden Händen an, und untersuchte nach jeder kleinen Anzahl weggenommener Plattenpaare die Electricität der Batterie. Die Plus-electricität der Zinkseite, die in meinen Batterien, der Einrichtung der Platten zu Folge, (siehe *Ann.*, B. VII, S. 374,) beständig die obere ist, nahm ab, aber der Nullpunkt in der Mitte rückte nicht wei-

ter; die Minuselectricität der Silberseite schien keine Aenderung zu erleiden. Ich kam mit der Abnahme der Platten bis an den Nullpunkt. Ich ließ die halbe Batterie, die so entstanden war, über eine Stunde ruhig stehen. Aber die Indifferenz erhielt sich hier. Die Electricität der Silberseite war nur etwas weniger schwächer, als gleich anfangs. Ich fuhr wieder fort abzunehmen. Immer behauptete die oberste Platte den Nullpunkt fort, während unten die Electricität in dem Verhältnisse, als oben abgenommen wurde, kleiner wurde. Dies ging fort, bis nur noch 5 Lagen liegen blieben; oben war Null, unten aber immer noch etwas — E . An der letzten Platte erst, nach Wegnahme aller übrigen, war nichts mehr zu entdecken.

159. Ich wollte wissen, ob dadurch, daß eine Batterie nach 129 bald in den, bald in jenen *einseitigen Zustand von Electricität* versetzt ist, oder, mit andern Worten, daß sie in einem Falle nichts als $+E$, im andern nichts als $-E$ enthält, indem sie im ersten am Zinkende mit doppeltem $+E$ anfängt, und am Silberende mit Null aufhört, oder im andern am Silberende mit doppeltem $-E$ anfängt und am Zinkende mit Null aufhört, *nicht einige Veränderung in die Erscheinungen, die mit dem Schließen der Kette eintreten*, zu bringen wäre. Aber weder in den Funken, noch in den Schlägen und den übrigen subjectiven Phänomenen, noch in den chemischen Erscheinungen war irgend ein Unterschied zu bemerken. Der Funken behielt *dieselbe*

Gestalt, Farbe u. s. w., der Schlag war auf dieser Seite und jener noch *wie zuvor*, und im Gaserzeugungsversuche mit der Röhre mit Wasser und den beiden Golddrähten entstand *auf jeder Seite noch ebenso viel Gas*, und nicht mehr noch weniger, die Batterie mochte vor der Schließung bloß $+ E$ oder bloß $- E$ oder beides, und in gleichem oder ungleichem Verhältnisse, haben oder nicht.

160. Gleich zu Anfang meiner Untersuchungen über die Electricität der Voltaischen Batterie versuchte ich, welchen Einfluss die *Wirkung der gewöhnlichen Electricität auf die der Voltaischen Batterie* haben könnte. Ich isolirte dazu am 12ten Dec. v. J. eine Zink-Silber-Batterie von 84 Plattenpaaren, deren Wirksamkeit schon beträchtlich gesunken war, recht gut, und brachte eine isolirte Röhre mit Wasser und Golddrähten auf jeder Seite mit einem gleichfalls isolirten Eisendrahte mit der Batterie in Verbindung. Die Drähte in der Röhre standen so weit aus einander, daß die Gasentwicklung während der Schließung der Batterie nur mäßig vor sich ging. Ich verband darauf das *Zinkende* der Batterie mit dem *negativen*, das *Silberende* derselben mit dem *positiven* Conductor einer großen *Electrisirmaschine* von vortrefflicher Wirkung, und ließ darauf die Maschine in Thätigkeit setzen. Aber weder beim Eintritte der electricischen Wirkung noch bei ihrem Austritte war die geringste Veränderung in ihrer Geschwindigkeit u. s. w. zu bemerken. Ich verwechselte die Conductoren, so

dafs jetzt der *positive* mit der Zinkseite, der *negative* aber mit der Silberseite in Verbindung kam, und verfuhr wie vorhin. Aber es war ebenfalls nichts zu bemerken. Ich entfernte darauf den Director bald des einen, bald des andern Conductors, bald beider, so weit von dieser oder jener Seite der Batterie, oder von beiden, dafs die Electricität in continuirlichen Funkenströmen durch die Batterie ging. Aber auch hier blieb alles unverändert. Ich nahm darauf die verbindenden Drähte von den Seiten der Batterie ab, und brachte sie bald auf die eine, bald die andere der vorigen Weisen mit den Golddrähten der Röhre unmittelbar in Verbindung. Aber was ich auch that: *ich habe nie gesehen, dafs die Electricität der Maschine auf die eine oder andere Art die chemische Wirkung meiner Batterie im geringsten geändert hätte.*

• • •

Mehreres von dem, was ich von 145 an, und mit Absicht, beschrieb, schien die Continuität, die in dem früher Erzählten herrschte, einigermaßen unterbrechen zu wollen. Ob es das wirklich thut, — auf was es überhaupt hindeutet, — sind Fragen, zu deren Beantwortung, was bisher da war, nicht hinreicht. Die Untersuchung trennt sich von jetzt an in mehrere Zweige. Aber müde von dem Vorigen, lassen Sie uns erst ausruhen, um dann, was ferner nöthig ist, mit neuer Kraft zu beginnen.

Ich habe mein Wort gehalten, mich nicht zu unterbrechen; ungeachtet ich hier und da Aehnliches und Gleiches, von andern ebenfalls bemerkt, anzuführen gehabt hätte; ja, noch unter den letztern Beobachtungen von 146 an werden Sie manches finden, was Ihnen Ihre eignen vortrefflichen Versuche bereits gezeigt haben. Aber warum sollte mich dies stören, was ich selbst von andern unabhängig, aus eigener Bewegung und oft sehr verschiedenem Gesichtspunkte, suchte und fand; ruhig, als meine wahre Beobachtung, treu und ehrlich wieder zu erzählen? — Wünschen Sie mit mir, daß bald recht Vieles von dem, was ich erzählte, dem Dritten dieselbe Vergleichung mit der Erfahrung anderer zulasse, die ihm vor der Hand erst für Einiges möglich ist. Erst dann dürfen wir hoffen, das Interesse für eine Sache verbreiteter zu sehen, die bei einem schlechten Aeußern eine ernstliche Würdigung doch so sehr verdient.

Und so will ich auch für dieses Mahl dankbar von meinem Gegenstande Abschied nehmen, indem ich ihm das als wahres Eigenthum wirklich zusichere, dessen bloße Vermuthung oder Voraussetzung, (s. 37,) es war, die mich überhaupt zuerst mit Erfolg nach dem Gegenstande selbst hinzog.

Ich meine die *Schlagweite des galvanischen Funkens*.

161. Ich verwahre die beiden Oeffnungen einer 3 bis 4 Zoll langen trocknen Glasröhre mit Korkstöpseln, stecke durch jeden einen Golddraht, z.B.

so weit hinein, daß die Enden beider sich ungefähr bis auf die Stärke eines Kartenblatts nahe sind, und forge dafür, daß sie sich in dieser Stellung unverändert erhalten. Ich verbinde den einen Golddraht ausserhalb der Röhre durch einen andern von Eisen mit dem einen Ende einer nicht längst gebaueten Zink - Kupfer-Batterie von 100 Lagen, und berühre darauf den andern mit einem zweiten von Eisen, den ich vorher mit der Batterie andern Ende in Verbindung setzte. Ausser dem *Funken* an der Stelle dieser Berührung erscheint im Augenblicke derselben in der Röhre *zwischen den beiden Golddrähten ein schöner zweiter*, welcher bei wiederholtem Versuche ausbleibt, wenn ich dabei vorher die Drähte der Röhre einander bis zur Berührung genähert hatte.

(Die Fortsetzung dieser Briefe in den nächsten Stücken.)

II.

BESCHREIBUNG

*einer neuen Art von Log, oder eines
Fahrtmessers für Seeschiffe,*

von

CHESTER GOULD,

Kaufmann aus Rom in der Grafschaft Oneida in Neu-York. *)

Man nehme einen Cylinder aus Messing, oder aus einer andern Materie, welche das Salzwasser nicht angreift, etwa $3\frac{1}{2}$ Zoll weit und 9 bis 10 Zoll lang. Das eine Ende desselben bleibt völlig offen; an das andere paßt ein Messingring, der daran, durch Schrauben oder auf andere Art, befestigt wird, und 4 starke Messingstäbe trägt, die in einiger Entfernung vom Cylinder in der Achse desselben zu-

*) Ausgezogen aus dem Patente, welches den 26sten Mai 1800 über dieses Instrument erteilt wurde, im *Repertory of arts and manufact.*, Sept. 1800, p. 225. Herr Wasserbau - Director Woltmann zu Ritzebüttel, in seiner schätzbaren Schrift: *Theorie und Gebrauch des hydrometrischen Flügels*, Hamburg 1790, empfahl schon vor zehn Jahren seinen hydrometrischen Flügel zu einem *Fahrtmesser für Seeschiffe*. Kannte Gould dessen Vorschläge, so sind seine Verdienste um dieses neue Patent-Log wahrlich sehr geringe, welches sich überdies aus Woltmann's Schriften noch beträchtlich verbessern ließe.

sammenstoßen, und hier an ein Messingstück befestigt sind, das zugleich den Ring für das Seil trägt, woran das Log hinter dem Schiffe her gezogen wird. Zwischen den 4 Messingstäben dieses konischen Huts, der sich ab- und anschrauben läßt, laufen nach jenem Endstücke mehrere feine Drähte, doch nicht mehr als nöthig sind, um das Meermops oder andere Körper, welche den Gang der Maschinerie stören würden, vom Innern des Cylinders abzuhalten.

In dem Cylinder hängt ein Flügelrad, (*fly*.) nach Art des Windmühlenrades oder der Rad-Ventilatoren, (*smack-jack*.) mit zwei oder mehrern Flügeln aus Kupfer oder einem andern Stoffe. Zwei Stäbe, welche der Quere nach durch den Cylinder gehn, tragen die in der Achse des Cylinders hängende Welle dieses Rades, welches sich ganz frei bewegen muß, und das man gewöhnlich halb so lang als den Cylinder (breit?) macht. Wird das Instrument hinter dem Schiffe nachgezogen, so strömt eine Wasserfäule, mit einer Geschwindigkeit, welche stets der Geschwindigkeit des Schiffs proportional ist, durch den Cylinder, und stößt senkrecht auf das Rad, das dadurch, wenn die Flügel schief gegen die Achse stehn, nach Art des Windmühlenflügels, mit einer von der Lage der Flügel abhängigen Geschwindigkeit umher getrieben wird. Die Länge, um welche das Rad vorwärts zu ziehn ist, ehe es einen einmahligen Umlauf vollendet, ist genau dem Winkel proportional, um welchen die Flügel von

einer parallelen Lage mit der Achse abweichen. Wird dieser Winkel oder die Windung des Flügels vergrößert, so durchläuft er während eines Umlaufs einen kürzern Weg vorwärts wie zuvor; und verkleinert man ihn, so geht der Cylinder während eines Umlaufs um eine größere Weite vorwärts. Ist dieser Windungswinkel zu groß, so muß das Rad bei schnellem Segeln mit einer zu großen Geschwindigkeit umherlaufen; ist er zu klein, so mangelt es bei einem langsamen Segeln an der gehörigen Drehkraft; daher es hierbei einen vortheilhaftesten Mittelzustand giebt. Beträgt der Winkel 18° , so ist das Rad, wenn es einen Umlauf vollendet hat, um 20 Radlängen vorwärts gegangen. Bei einem Winkel von 12° durchläuft es, während eines Umlaufs, einen Raum, der 30mahl so lang als das Rad ist, und so fort, welches auch die Länge des Rades sey. *) Die Flügel müssen stark seyn, und gleich anfangs ziemlich in der Lage, welche sie erhalten sollen, an die Welle gut befestigt werden, damit sie beim Gebrauche sich nicht verbiegen, wodurch das ganze Resultat unrichtig würde. Durch Versuche berichtet man dann ihre Lage vollends, bis sie so gebogen sind, daß das Rad für jeden Umlauf um die bestimmte Weite vorwärts rückt. Der Winkel, den die Theorie giebt, muß wegen der Friction

*) Gründliche und bessere Belehrung hierüber findet man in Herrn Woltmann's angeführter Schrift.
d. H.

und der Hindernisse im Durchströmen etwas vergrößert werden, daher überhaupt dieser Weg, durch Versuche das Log zu adjustiren, der vorzüglichere ist. Einmahl adjustirt, bleibt es richtig, bis die Pfannen ausgelaufen sind.

An die Welle des Flügelrades ist vor dem hintern Querstabe, in welchem sie aufliegt, ein Getriebe von 8 Zähnen angebracht, in welches ein Kronrad von 96 Zähnen eingreift. Dieses Kronrad steht hinter dem Flügelrade, doch so, daß der Cylinder noch darüber hinaus reicht, und die Achse desselben geht durch die Seitenwand des Cylinders in ein kleines, doch starkes parallelepipedarisches Gehäuse, dessen untere Platte genau an die Cylinderfläche anschließt und durch zwei Schrauben daran befestigt ist. In diesem Gehäuse sitzt an der Achse des Kronrades ein Getriebe von 6 Zähnen, und greift in ein Sternrad von 36 Zähnen ein, und mit diesem sind 4 andere Sternräder verbunden, jedes von 60 Zähnen, die von Getrieben mit 6 Zähnen in Umlauf gesetzt werden. Auf die Achsen aller dieser Sternräder sind über die obere Platte Zeiger gesteckt, und Kreise eingerissen, deren jeder in zehn gleiche Theile getheilt wird; ein genau passender Deckel verschließt das Gehäuse wasserdicht. Ist das Flügelrad so adjustirt, daß es bei je 8 Fufs, die es vorwärts gezogen wird, einmahl umläuft, (wozu, nach der Theorie, in einem 4zölligen Flügelrade die Flügel ungefähr unter einem Winkel von 15° stehen müßten;) so ist das Instrument für jeden Umlauf des

zweiten Rades um 6 Ruthen, *) für jeden Umlauf des dritten Rades um 37, und des vierten um 370 Ruthen, oder um 1 Seemeile vorwärts gezogen worden. Jeder Umlauf des fünften Rades zeigt dann 10, des sechsten 100, des siebenten 1000 zurückgelegte Seemeilen an. Statt der Räder und Getriebe lassen sich eben so wohl Räder brauchen, in welche Schrauben ohne Ende eingreifen.

Um das Instrument stets in horizontaler Lage zu erhalten, ist an die Fläche des Cylinders, auf der dieser Maschinerie entgegengesetzten Seite, eine Kupferplatte befestigt, die etwa 2 Zoll über das hintere Ende des Cylinders hinaus ragt und nach vorn zu in eine Spitze ausläuft. Das Gewicht der Maschinerie an der einen, und diese Platte an der andern Seite, machen, daß das Instrument immer in einerlei Lage, ohne sich zu drehen, und hinlänglich horizontal bleibt. Je nachdem die Geschwindigkeit größer ist, muß die Kupferplatte unter verschiedenen Winkeln gegen den Cylinder geneigt werden, entweder durch Biegen, oder mittelst einer Schraube. Dasselbe ist nöthig, wenn die Winkel der Flügel im Flügelrade verändert werden sollten.

Da dieses Instrument stets tief im Wasser bleibt, so leidet es nichts von Wellen und Stürmen, welche die Oberfläche der See bewegen. Ist das Flügelrad

*) Die englische Rod hat $16\frac{1}{2}$ Fufs. Im Originale sind einige dieser Bestimmungen so entstellt, daß der wahre Sinn kaum zu errathen war. H. H.

gehörig adjustirt, so zeigt das Instrument stets die wahre Entfernung, und es läßt sich, da es klein und tragbar ist, ohne Mühe in das Schiff ziehen. Auch hält es den Gang des Schiffes nicht auf, und gegen Stöße läßt es sich durch eine genaue Umsfütterung von Seemoos oder andern Materien sichern. Alles Vorthelle, welche in keinem der Versuche, den durchlaufnen Weg mittelst eines Spiralrades zu messen, vereinigt sind.

III.

BESCHREIBUNG

*eines Treibbeets, welches durch Wasser
statt durch Mist gehitzt wird,*

von

RICHARD WESTON. *)

Heißer Mist ist oft schwer zu haben, läßt sich erst nach mehreren Tagen zur gehörigen Temperatur bringen, verliert diese oft plötzlich, und tödtet nicht selten durch seinen Dunst die Pflanzen; alles Unbequemlichkeiten, die fortfallen, wenn man das Treibbeet mittelst Röhren voll heißen Wassers erwärmt. Solche Beete lassen sich zum Erzielen früher Gurken, Melonen, frühen Spargels u. s. w., zum Blumentreiben, zum Treiben ausländischer Pflanzen brauchen, und auf ähnliche Art größere Treibhäu-

*) *Repertory of arts and manuf.*, Sept. 1860, p. 138.

ser einrichten. Ihr größter Vorzug besteht darin, daß man ihre Hitze stets in seiner Gewalt hat; auch bleiben sie immer $\frac{2}{3}$ ihrer Anlegekosten werth.

In Fig. 3, Taf. VI, stellt *aaaa* den Kasten oder Rahmen eines 9 Fuß langen Treibbeets mit 3 Fenstern vor. In der Mitte desselben befindet sich eine ovale, 3 Zoll weite Röhre *bbbb* mit 2 Seitenarmen, *bc*, *bd*, die nur 1 Zoll weit sind. Sie besteht aus gewalztem Blei, wovon der engl. Quadratfuß ungefähr 5 Pfund wiegt, und die ganze Röhre für ein Triebbeet dieser Größe wiegt etwa 70 Pfund. Das Pfund kostet in England 3 Pence, (etwa 2 Gr.) mit Arbeitslohn und Löthung aber gegen 30, nachdem das Gewicht ist. — Diese Röhre wird alle Abend voll heißes Wasser gegossen, und nur sehr kalte Tage erfordern ein öfteres Erneuern. Zum Eingießen des Wassers dient die senkrechte in dieselbe liegende Röhre *c*, die man in der Zeichnung nur im Querschnitte sieht; zum Abfließen des Kalten, die senkrecht herabgehende Röhre *d*. Ueberdies sind an der Ovalröhre noch die beiden senkrechten Röhren *e*, *e* angelöthet, deren Länge 1 Fuß, und deren Weite 2 Zoll beträgt. Sie dienen, beim Eingießen des Wassers die Luft abzuführen, und zur gelegenen Zeit Wasserdämpfe in das Beet steigen zu lassen; außerdem sind sie, wie die Röhre *c* und *d* mit Korken verschlossen.

Aus Versuchen hat sich gezeigt, daß die Pflanzen besser wachsen, wenn man den Dampf bei Nacht als bei Tage zuläßt, da er auf sie, wie der natürliche

che

che Thau wirkt. Die Bleiröhre wird 3 oder 9 Zoll hoch mit Erde bedeckt; anfangs jedoch nur um die Pflanzen, wovon *f, f, f* drei Gurkenpflanzen unter jedem Fenster darstellen. So wie die Pflanzen wachsen, schüttet man die Erde über das übrige Beet bis zu derselben Tiefe. Unmittelbar über die Bleiröhre muß jedoch ein 3 Zoll breites durchlöcheretes Brett, und darüber erst die Erde gelegt werden, damit die Wurzeln der Pflanze nicht von der heißen Röhre verbrannt werden. Ein kleines Thermometer *g* wird 6 Zoll tief in die Erde gesenkt; dieses muß, wo möglich, immer auf 96° Fahrenh. oder 28° Reaum. stehn. *)

*) Beschreibungen von ähnlichen großen aufgemauerten *Dampfhäusern* statt der gewöhnlichen heißen Treibkasten oder Treibhäuser, und von Versuchen, die den großen Vorzug der erstern vor den letztern beweisen, (da Wasserdämpfe dem Wachsthum der Pflanzen ganz vorzüglich gedeihlich und zuträglich sind,) findet man in den *Englischen Miscellen*, B. 3, S. 104 f. d. H.

IV.
A U S Z Ü G E
aus Briefen an den Herausgeber.

I. *Aus mehreren Briefen des Hrn. Dr. J. F. Benzenberg.*

Hamburg den 4ten April u. f.

Der Antheil, den Sie an unsern Beobachtungen über Sternschnuppengenommen haben, *) läßt mich hoffen, daß beiliegende Blätter über die *Bestimmung der geogr. Länge durch Sternschnuppen* **) Ihnen nicht uninteressant seyn werden. Zwar gehören sie zunächst mehr für den Astronomen und Geographen, als für den Physiker; da aber die Beobachtungen der Sternschnuppen für geographische Längenbestimmungen, auch den Theil der Bestimmungen dieser Phänomene, in sich begreifen, welcher unmittelbar mit ihrer physischen Seite in Verbindung steht, so ist die Ausbeute hierbei für die Physik vielleicht eben so groß als die für die Astronomie.

Die Idee, die Sternschnuppen zu geographischen Längenbestimmungen zu gebrauchen, liegt sehr nahe, da sie so weit von der Erde entfernt sind, — (20 bis 30 Meilen,) und da sie folglich über einen

*) I. F. Benzenberg, Phil. D., *de determinatione longitudinis geographicae per stellas transvolantes*, loco Ms. pro amicis, 1801, 32 S., 8. d. H.

**) Vergl. *Annalen*, VI, 214 f. d. H.

so sehr grossen Theil der Erde können gesehen werden. Wir haben einige beobachtet, die man in einer Entfernung von 300 deutschen Meilen noch sehn konnte, und mit denen die Längen-Unterschiede zwischen Madrid, Petersburg, Constantinopel und Kopenhagen hätten können bestimmt werden.

Hierzu kommt noch, daß sie so sehr häufig sind, (in jeder Nacht 30 bis 50 und mehrere,) daß ihr Verschwinden schnell, deutlich und bestimmt ist, und daß endlich die Längenbestimmungen mittelst ihrer unabhängig sind von der Abplattung der Erde, vom halben Durchmesser des Mondes, von der Irradiation und Inflexion des Lichts, und von den Fehlern der Tafeln.

Da die Abplattung der Erde auf diese Bestimmungen keinen Einfluß hat, dagegen in gewissen Fällen einen so sehr grossen bei Längenbestimmungen aus Sternbedeckungen durch den Mond, so läßt sich aus der Differenz zwischen beiden die Abplattung der Erde herleiten; und dieses auf einem ungleich kürzern Wege als durch Gradmessungen. — Diese Idee ist nicht neu, und Herr von Zach hat schon vor 14 Jahren hierzu die Chronometer vorgeschlagen.

Hierauf und auf mehreres habe ich in beiliegenden Blättern aufmerksam gemacht, die aber, da sie bloß als Manuscript gedruckt sind, nicht in den Buchhandel kommen. In einer kleinen Schrift, die jetzt bei Perthes erscheint, ist dieses mehr aus einander gesetzt worden, und ich habe darin die

Schärfe der verschiedenen Methoden geographische Längen zu bestimmen, (Chronometer, Sonnenfinsternisse, Mondstrecken u. s. w.,) mit einander verglichen. Das Resultat dieser Vergleichen scheint zu seyn: *dass die Bestimmung der geographischen Länge durch Sternschnuppen unter allen Methoden auf grosse Entfernungen bei weitem die genaueste ist.* Die Erfahrung muss entscheiden, ob sie das in der Anwendung leistet, was die Theorie davon angiebt. Wir würden dieses schon an der Erfahrung geprüft haben, wäre es nicht ohne Passage-Instrument fast unmöglich, seiner Zeit bis auf Theile der Sekunde sicher zu seyn. Und doch ist es unumgänglich nothwendig, dass, wenn man die Zeitunterschiede zwischen zwei Beobachtungsortern aus Sternschnuppen bis auf 1 Sekunde genau bestimmen will, der Fehler der Zeitbestimmung zwischen sehr kleine Theile der Sekunde eingeschlossen sey. Nur auf Sternwarten, wie Seeberg, Paris, Greenwich und Palermo, darf man erwarten, dass die Zeitbestimmung diese erforderliche Schärfe hat, und nur auf diesen lässt sich über die Schärfe der Längenbestimmungen durch Sternschnuppen entscheiden. — —

Herr Brandes, mit dem ich gemeinschaftlich die Beobachtungen über die Sternschnuppen zu Göttingen unternahm, ist als erster Deich-Conduc-teur nach *Ekwarden* an die Nordsee gegangen. — Vielleicht können wir diesen Sommer die Beobachtungen über die Sternschnuppen fortsetzen. Da wir

dann eine Standlinie von 15 Meilen zwischen uns haben, so werden diese Beobachtungen für ihre Entfernung, und, (sollte Herr Harding in Lilienthal mit beobachten,) für ihre Bahnen vielleicht wichtig werden, da wir sie dann aus drei Punkten bestimmen können. Unmittelbaren Einfluss auf geographische Längenbestimmung werden diese Beobachtungen nicht haben, da unsre Zeitbestimmung bei weitem nicht scharf genug für diese delikaten Beobachtungen ist. Aber da sie vorzüglich dazu dienen werden, um zu zeigen, wie viel correspondirende man auf große Entfernungen zu erwarten hat, so stehen von dieser Seite diese Beobachtungen mit geographischen Längenbestimmungen in genauer Verbindung.

Hamburg den 30ten Julius.

Unsre *Beobachtungen über die Sternschnuppen*, über ihre Entfernung, ihre Anzahl, ihre Geschwindigkeit und ihre Bahnen, werden jetzt, nachdem sie 3 Jahre unterbrochen wurden, wieder fortgesetzt werden.

In *Göttingen* beobachteten wir sie nur aus zwei Punkten, die nicht über 2 Meilen von einander entfernt waren, (*Annal.*, VI, 225,) jetzt werden wir sie aus 4 Punkten beobachten, welche uns 6 verschiedene Standlinien von 8 bis 22 Meilen Länge geben. Diese Punkte sind *Celle*, *Ekwarden*, *Hamburg* und *Lilienthal*. Um desto mehr correspondirende Beobachtungen zu erhalten, schneiden sich unsre Beobachtungslinien auf dem nämlichen Punk-

te, nämlich im Zenith von *Kloster Zeven* im Herzogthume Bremen. (Breite $53^{\circ} 18'$, Länge $26^{\circ} 56'$.) Dieses giebt für unfre Beobachtungslinien folgende Azimuthe. Für *Celle* 145° NW; für *Ekwarden* 70° OSO; für *Hamburg* 55° SW; und für *Lilienthal* 125° NO.

Der Verschwindungspunkt der Sternschnuppen, und wo möglich ihre Bahn, wird in den Sternkarten gezeichnet, und hiernach ihre Abweichung und gerade Aufsteigung angegeben; (vergl. *Annal.*, VI, 226.) Bei den Angaben der Zeiten der Beobachtung gebraucht man, wegen der Berechnung, *Sternzeit*.

Im *September* und *Oktober*, in welchen die langen Dämmerungen aufhören, und die Luft noch milde ist, wird jeden Abend, wenn der Himmel heiter und kein Mondlicht ist, beobachtet; und zwar, um sich nicht zu ermüden, nur 2 Stunden lang. Ich setze Ihnen unfre Beobachtungszeiten mit der Bitte hierher, sie so bald wie möglich in Ihren Annalen bekannt zu machen, damit, wenn irgendwo ein Liebhaber der Naturkunde Lust hätte, die Sternschnuppen mit zu beobachten, er dieses an solchen Abenden und in solchen Stunden thäte, in denen er sicher wäre, von uns correspondirende Beobachtungen zu erhalten.

Beobachtungszeiten, nach Lilienthaler mittlerer Sonnenzeit.

1801	Aug.			Okt.		
	29	von	8 bis 9 Uhr.	1	von	8 bis 10 Uhr.
	30	—	8 — $9\frac{1}{2}$	2	—	8 — 10
	31	—	8 — $9\frac{1}{2}$	3	—	8 — 10
	Sepr.			4	—	8 — 10
	1	—	8 — 10	5	—	8 — 10
	2	—	8 — 10	6	—	8 — 10
	3	—	8 — 10	7	—	8 — 10
	4	—	8 — 10	8	—	8 — 10
	5	—	8 — 10	9	—	8 — 10
	6	—	8 — 10	10	—	8 — 10
	7	—	8 — 10	11	—	8 — 10
	8	—	8 — 10	12	—	8 — 10
	9	—	8 — 10	13	—	8 — 10
	10	—	8 — 10	14	—	8 — 11
	11	—	8 — 10	15	—	9 — 10
	12	—	8 — 10			
	13	—	8 — 10			
	14	—	8 — 10			
	15	—	8 — 10			
	29	—	8 — $9\frac{1}{2}$			
	30	—	8 — 10			

Am Ende des Oktobers werden die Beobachtungs-Journale mit einander verglichen, und die correspondirenden Sternschnuppen herausgesucht und berechnet.

Unter diesen 34 Beobachtungsabenden geht aller Wahrscheinlichkeit nach die Hälfte durch die Schuld des Wetters verloren, obschon der Herbst in unsern Breiten die heiterste Jahreszeit ist. In den 17 Abenden, die übrig bleiben, werden wir ungefähr 1000 Sternschnuppen beobachten, da man im Durchschnitte auf jede Stunde 7 Sternschnuppen rechnen kann. Unter diesen werden wahrschein-

lich 80 bis 100 correspondirende von *zwei* Orten seyn; 10 bis 15 correspondirende von *drei* Orten; 7 bis 10 von allen *vier* Orten, und ungefähr 20 vollständig beobachtete Bahnen. — Wegen der Bahnen sind diese Beobachtungen aus mehrern Punkten so sehr wichtig, da diese Bestimmungen durch die Vervielfältigung so sehr an Sicherheit und Schärfe gewinnen.

Lichtenberg hatte den lebhaften Wunsch, daß diese Beobachtungen möchten fortgesetzt werden; er schrieb mir einmahl kurz vor seinem Tode: „Geben Sie Acht, diese Beobachtungen werden die Primordia zu einem ganz neuen Fache in der Physik.“

Unre größte Standlinie ist die zwischen *Ekwarden*, (an der Nordsee im Oldenburgischen,) und *Celle*. Sie beträgt 22 geogr. Meilen. Es würde für die sehr entfernten Sternschnuppen vortheilhaft seyn, wenn sie noch größer wäre; denn die Standlinie ist unter den Stücken, die bei der Berechnung der Entfernung der Sternschnuppen in Rechnung kommen, dasjenige, was sich am genauesten bestimmen läßt. Je größer die Standlinie, desto größer wird die Parallaxe und desto schärfer die Bestimmung. Wir haben einige in Göttingen beobachtet, die zwischen Wien und Presburg im Zenith standen, und in Göttingen noch nicht sehr tief gegen den Horizont fielen. Andere waren über eine Strecke der Erde von 400 geogr. Meilen noch sichtbar, und man hätte sie in Norwegen und in Kleinasien zugleich beobachten können.

Vielleicht werden die Sternschnuppen noch einmal eben so wichtig für die Astronomie als für die Physik. Ihre große Anzahl, ihr schnelles momentanes Verschwinden, und ihre Sichtbarkeit über ganz Europa, machen sie zu den vortrefflichsten Signalen für geogr. Längenbestimmungen. Sie sind das für große Entfernungen, was Raketen für kleine sind, und so wie an diesen, beobachtet der Astronom den Verschwindungsmoment an seiner Uhr, dessen Unterschied, beider ihre Längenunterschiede in Zeit giebt.

* *

Ich fand vor einigen Tagen beim Blättern in Cook's dritter Reise, (Band 2, übersetzt von Forster, S. 378,) eine Stelle über einen *Steinregen* beim Ausbruche eines Vulkans in *Kamtschatka*, welche mir in Hinsicht des Steinregens von Siena, (*Annalen*, VI, 156,) wichtig schien, obschon, so viel ich weiß, sie bei dem Streite über diesen Steinregen nicht ist angeführt worden. Sie ist diese: „Den 15ten Junius 1779, als die Schiffe des Hafen von St. Peter und Paul verliessen, hörten sie vor Tages Anbruch ein dem Donner ähnliches dumpfes Geräusch eines Vulkans, von dessen Füsse sie 8 Seemeilen entfernt waren. — Als es Tag wurde, sahen sie, daß die Schiffe einen Zoll hoch mit Asche bedeckt waren. Um Mittag fiel ein Regen von Kohlenasche, deren einzelne Körner von der Größe

einer Erble waren. Mit dem Aschenregen fielen auch allerlei Steinchen herunter, welche aber vom Feuer keine Veränderung erlitten hatten. — In den Ostrog Peter und Paul fielen um die nämliche Zeit, (wie sie nach ihrer Zurückkunft aus der Behringsstrasse erfahren,) Steine von der Grösse eines Gänseeies.“ Es ist Schade, daß King nicht sagt, wie weit dieser Ostrog vom Fusse des Vulkans liegt. — Auf der Karte von Kamtschatka ist er nicht angegeben. — —

Haben Sie schon die *Erklärung der Offenbarung Johannis* vom Hofrath Jung in Marburg gesehen, in welcher er ihre Göttlichkeit aus der Astronomie und dem Bengelschen *Cyclus* beweist? In der Zahl 666 ist das mittlere Jahr der Planeten, und folglich, nach den Kepplerischen Gesetzen, auch ihre mittlere Entfernung enthalten. — Er versichert, daß dieses der stärkste Beweis für die Göttlichkeit der Bibel sey, den er kenne.

An einer andern Stelle berechnet er, daß die erste Auferstehung der Todten ums Jahr 1830 — 36 falle. Dieses können wir noch erleben, und es giebt Menschen, welche dieses glauben. Es ist mir ein Beispiel vom Niederrhein bekannt, wo ein Mann den Bau eines neuen Hauses deswegen einstellte, weil er die erste Auferstehung der Todten mit dem jüngsten Tage verwechselte, und nun den richtigen Schluss machte: daß, da seine Kinder doch nur wenig Freude mehr vom neuen Hause haben würden, er das Bauen lieber wolle seyn lassen. Und er

hörte wirklich auf zu bauen. Diese Anekdote ist buchstäblich wahr.

Um diese Zeit wird ein Komet erscheinen, und es ist wohl nichts gewisser, als daß der Aberglaube die Erscheinung des Kometen mit der Auferstehung der Todten wird in Verbindung setzen.

„In diesen Fällen“, — sagte Lichtenberg, — „ist es gut, wenn die Vernunft einige Jahre vorher die Anhöhen besetzt, von wo aus sie den Aberglauben beschießen kann.“ Vielleicht befinden sich einige von den Lesern Ihrer Annalen in der Lage, von folgenden Notizen über diesen Kometen in ihrem Kreise Gebrauch machen zu können. — Es ist der Komet von 1759, der seine Laufbahn in 76 Jahren vollendet, und der in den Jahren 1456, 1531, 1607 und 1682 ist beobachtet worden. Ums Jahr 1836 wird er wieder erscheinen. Sein aufsteigender Knoten liegt im 26ten Grade des Zeichens des Stieres. Die Neigung seiner Bahn gegen die Bahn der Erde beträgt 18 Grad. Seine Bewegung ist rückläufig, und sein Abstand von der Sonne in seiner Sonnennähe beträgt ungefähr 12,000,000 geogr. Meilen. Hieraus folgt, daß wir im Jahre 1836 wegen des Kometen eben so sicher schlafen können, als wegen der ersten Auferstehung der Todten.

2. Von Herrn Hofapotheker Gruner.

Hannover den 23ten Jun.

Ich bin eben beschäftigt, den Versuch über die Wasserzersetzung, von dem ich Sie in meinem vori-

gen Briefe unterhielt, *) mehr im Großen zu wiederholen, wozu ich meine Batterie bis zu 120 Lagen jedes Metalles vermehre, und eine Vorrichtung verfertigen lasse, die 36 Kubikzoll Gas fassen kann. Das erhaltene Resultat, welches es auch sey, werde ich Ihnen mittheilen. Auch untersuche ich jetzt, ob und in wie fern der Galvanismus auf KrySTALLbildung Einfluß hat, und ist dieses wirklich der Fall, ob beide Pole oder nur Einer derselben diese Wirkung zeigt. Ich denke diese Versuche mit goldenen, silbernen, kupfernen und andern Nadeln anzustellen. Es leitete mich darauf die KrySTALLisation, welche das, sonst so schwer zu krySTALLisirende, salzsaure Zink zwischen den Platten annimmt. — Was die *Dendritenbildung* außer der Kette betrifft, so habe ich nie bemerkt, daß eine bestimmte Richtung der Röhre nöthig sey, sie zu erzeugen. Durch Zufall lagen sie zwar stets von Norden nach Süden, ich glaube aber aus andern Erfahrungen, daß die Lage keinen Einfluß hat. Die KrySTALLisation zeigte sich auf beiden Nadeln, nur auf der, die nach Süden gerichtet war, am stärksten.

*) *Annalen*, VIII, 276, wo man den Druckfehler, der den Namen des Herrn Verfassers dort stellt, zu verbessern beliebe. d. H.

3. Aus einem Briefe des Hrn. Prof. Simon.

Berlin den 17ten Julius 1801.

— — Prof. Erman ist jetzt mit einer Reihe sehr interessanter Versuche über das *Ausbrüten der Eier* durch künstliche Wärme beschäftigt; er hat in der That sehr merkwürdige Resultate erhalten.

Der Galvanismus beschäftigt mich immer fort; ich widme ihm alle Zeit, die mir übrig ist, und bald erhalten Sie wieder etwas von mir für Ihre Annalen. Ich habe jetzt Platten von 8 Zoll Durchmesser. Ihre Wirkung im *Funkengeben* ist ungemein verstärkt. — Eisendrähte entwickeln bei 18 Schichtungen Funkenrosen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll im Durchmesser, und so lebhaft, daß man bei ihnen im Finstern sehr gut die Lage der Zeiger auf einer Taschenuhr erkennen kann, indess ich bei wiederholten Versuchen die *Stärke des Schlages* nicht größer als von 30 bis 40 Schichtungen aus Platten von 2 zölligem Durchmesser fand, die ich gewöhnlich zu gebrauchen pflege. Zwei Eisendrähte, die von dem obern und untern Ende dieser Batterie abgehen, schmelzen, indem sie sich berühren und Funken geben, zusammen, und werden nicht ohne merklichen Widerstand wieder getrennt. Jetzt habe ich mir ein interessantes Thema aufgegeben, nämlich zu untersuchen, wie sich diese Funkenerzeugung mit Drähten verschiedner Metalle in allen jetzt bekannten Gasarten verhält. Ich zweifle nicht, Hachett's und Fourcroy's Beobachtung, daß Eisendrähte im Sauerstoffgas

durch den Galvanismus verbrennen, *) bestätigt zu finden. Die *Gasentwicklung* geht hierbei mit einer erstaunenden Lebhaftigkeit vor, so daß eine Blase nach der andern aus dem Entbindungsrohre entweicht. Bald werden wir keine andern Mittel mehr gebrauchen, um Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zu entbinden, als die Voltaische Ebressäule, — und wer weiß, ob wir nicht diese einstmals als den einzigen nöthigen Apparat zur Bearbeitung der chemischen Versuche anwenden werden. — Bevor ich nun meine Arbeit wieder anfangen, muß ich eine solche Säule von 8zölligen Platten von 50 Schichtungen besitzen, an welcher ich jetzt fleißig arbeite, und mit dieser werde ich theils die schon bekannten Erscheinungen wiederholen, theils neue Gegenstände bearbeiten. — —

4. Von Hrn. Prof. Wilh. Remer.

Helmstädt den 4ten Julius 1801.

Ich überschiere Ihnen hier einige Bemerkungen, welche ich an einer *Voltaischen Säule*, die aus Speciesthalern und eben so großen Zinkscheiben bestand, angestellt habe. Ich bauete sie für's erste zwischen vier Glasstäben, und da ich fand, daß es leicht sey, die Benetzung derselben zu verhüten, so liefs ich es bei diesem Apparate bewenden.

*) Vergl. Pfaff's Nachricht von Fourcroy's Versuchen im vorigen Hefte der *Annalen*, welches, als der Verf. dieses schrieb, noch nicht ausgegeben war.

d. H.

Nach einigen vergeblichen Versuchen, den *Funken* zu erhalten, gelang es mir zuletzt jedes Mal, und ist mir seitdem nicht wieder fehl geschlagen. mit sehr feinem Silberdrahte, Stanniol, Messingdrahte, und einer scharfen stählernen Spitze. Alle Funken waren aber klein, obgleich am hellsten Tage sichtbar, deutlich knisternd und gelb oder roth. Nie sah ich einen der bläulichen Funken, welche man aus dem Conductor der Electrirmaschine erhält. Sie kamen nur bei unmittelbarer Berührung, nicht bei Annäherung an die obere Zinkscheibe. Irre ich mich, oder habe ich sie stärker und leichter aus einer Zinkscheibe erhalten, welche fast ganz mit Blei verfälscht war, und zwar aus dem bleiernen Theile der Scheibe? Vielleicht ist das Ganze ein optischer Betrug; doch lasse ich mir jetzt Bleiplatten zu diesen Versuchen gießen, um sie statt des Zinkes zu gebrauchen.

Ich bauete meine Säule anfänglich aus Zink, Silber, feuchter Pappe u. s. w., nachher aus Silber, Zink, Pappe, zuletzt aus Pappe, Silber, Zink, und dies fand ich am wirksamsten. Jetzt will ich sie aus Silber, Pappe, Zink, Silber bauen. Mich dünkt, daß diese verschiednen Stellungen im Anfange und Schlusse der Reihe von Nutzen seyn möchten. *)

Silberne Ketten, welche ich an die untere und die obere Scheibe befestigte, waren an den Orten, wo sie oft mit feuchten Fingern beim Schließen der

*) Man vergl. S. 163.

Kette berührt waren, ja zuweilen beim ersten Mahle, immer aber nur am Silberende *) oxydirt, schwarz angelaufen. Diese Erscheinung ist nur wegen eines nachher zu erwähnenden Umstandes interessant.

Wenn ich bei einer stark schlagenden Batterie die Conductoren, so möchte ich die Ketten nennen, in zwei verschiedene mit Wasser gefüllte Gläser brachte, und dann die Kette schloß, so fühlte ich, wenn der erste Schlag vorbei war, eine brennende Empfindung in beiden Fingern, besonders am Rande der Nägel, so lange das Wasser in beiden Gläsern völlig ruhig stand. Wenn ich aber das eine dieser Gläser erschüttern ließ, so bekam ich in beiden Händen einen neuen Schlag, der so oft repetirte, als das Wasser an meinen Finger anschlag. Eine beständige Oscillation des Wassers brachte eine beständige Reihe von schwachen Schlägen hervor. Je stärker das Wasser schwankte, desto stärker waren die Schläge. Ich habe nicht bemerkt, daß es einen Unterschied in den Erscheinungen gab, ob ich das Glas vom Silber oder das Glas vom Zink erschütterte.

Nicht nur, wenn ich die Kette auf diese Art durch meinen Körper schloß, sondern auch, wenn ich das Wasser in beiden Gläsern durch andere Theile organischer Substanzen, als: frische Muskelfasern von Thieren, frische vegetabilische Fasern und dergleichen, schloß, entwickelte jedes Mahl die Spitze des

*) Dem Nicholsonschen,

des Silberdrahts vom Silberende Wasserstoffgas, in-
 deß die des Silberdrahts vom Zinkende sich oxydir-
 te. Nahm ich aber zum Schliessen der Kette statt
 einer organischen Substanz einen silbernen Draht,
 so wurde nun der Theil des Wasserstoffes, der sei-
 nen Sauerstoff verloren hatte, in *beiden* Gläsern
 an Drahtspitzen sichtbar, in deß der Sauerstoff das
 Silber der beiden andern Drahtspitzen oxydirte.
 Diesen für die Lehre von der Zusammensetzung oder
 Einfachheit des Wassers so wichtigen Versuch glaub-
 te ich mir leicht auf folgende Weise erklären zu
 können: Der Draht vom Silberende zersetzt einen
 Theil des Wassers, und das Oxygen des Wassers
 verbindet sich mit dem in demselben Glase gegen
 über stehenden Drahte. Dieser dient aber zugleich
 auch als Leiter des hier wirkenden Agens, und da-
 her zersetzt wiederum das andere Ende desselben
 einen Theil des Wassers im zweiten Glase, dessen
 frei gewordner Sauerstoff sich an den Draht des Zink-
 endes anhängt. Eben so erfolgt es bei organischen
 Substanzen, nur sind an diesen die Phänomene dem
 Auge nicht sichtbar. Auch sie verbinden sich mit
 dem Sauerstoffe, und oxydiren sich, aber wir kön-
 nen das entstandne Oxyd nicht sehen, weil diese
 Substanzen durch ihre Verbindung mit dem Oxygen
 nicht so sichtbar verändert werden, als die Me-
 talle. Eben so geht der im zweiten Glase befindli-
 che Theil der die Kette schließenden organischen
 Faser eine Verbindung mit dem Wasserstoffe ein,
 welche wir nicht dem Auge darstellen können. Bei-

de Fälle sind nicht nur möglich, sondern ihre Realität ist unstreitig erwiesen. Es fällt also die Hypothese von der Entwicklung des Wasserstoffgas und Erzeugung des Oxyds in zwei verschiedenen Portionen Wasser, welche von einander getrennt sind, nach diesem Versuche weg, und die *Zusammensetzung* des Wassers scheint gerettet zu seyn, wenn es nämlich wahr ist, daß dieses Gas und das dem Drahte anhängende Oxyd dem Wasser wirklich ihren Ursprung verdanken. Doch zweifle ich daran noch, und werde meine nächsten Versuche dagegen richten. — Auch zweifle ich bis jetzt noch an der völligen Identität des hier wirkfamen Agens und der Electricität; beide weichen zu sehr von einander ab, selbst nach den von Hrn. Ritter angestellten Versuchen in den *Annalen*, VII, Heft 4.

5. Von Hrn. Consistorial-Sekretär Wolff.

Hannover den 15ten Julius 1801.

Wenn man die Voltaische Säule, womit ich mich gegenwärtig beschäftige, *vorzüglich* aus einem electrischen Gesichtspunkte *) betrachtet, so muß

*) *Electricität ist allenthalben, wo Reibung vorhanden ist, mit im Spiele. Selbst das ganz unmerkliche Verdünsten der Flüssigkeiten macht Reibung, (?) und erregt daher Electricität, oft dergestalt stark, daß sie uns anschaulich wird, welches das Bennetsche Electroskop überzeugend darthut. Negativ wird uns die Electricitätsfähigkeit der verdün-*

man, glaube ich, bei ihrer Construirung nicht bloß auf ihre leichte Errichtung und auf die Erhaltung ihrer Construction gegen das Erschüttern, oder doch wenigstens auf ihre leichte Wiederherstellung, wenn sie verrückt worden, sondern hauptsächlich auch auf die Art und Weise ihrer Isolirung bedacht seyn. In Rücksicht dieses letztern Hauptpunkts ist, vielleicht, gegen die jetzige Einrichtung der Voltaischen Säule verschiednes einzuwenden. Ohne mich jedoch dermaßen bestimmter als andere darüber erklären zu wollen, ob die *Hauptseite* der galvanischen Versuche und der Voltaischen Säule aus ele-

stenden und überhaupt, es sey auf welche Art es wolle, *sich fortbewegenden Flüssigkeiten unsers Erdballs und seiner Atmosphäre*, durch ihre electrische Ableitungsfähigkeit, merkbar; positiv, durch die anscheinende Abwesenheit jener Dünste, oder durch das Hinzukommen großer Wolkenmassen, die jedoch noch nicht mit dem Erdballe durch dichte Flüssigkeiten, (oder durch *niedergeschlagenes Wasser*,) in Verbindung getreten waren. Ja, sogar der anscheinenden Unthätigkeit der Körper, (wo ist Unthätigkeit der Körper, und wo mangelt folglich Reibung?) darf man daher eine fortwirkende Electricitätskraft, die oft uns nur sichtbar werden kann, je nachdem der Winkel unsrer Krystall-Linse im gelehrten Auge vergrößert wird, gewiß nicht abprechen. Alle Versuche hierüber scheinen wirklich darin eine Einheit zu bestimmen, und nach Pfundezahl nichts berechnen lassen zu wollen.

Wolf.

ctrischen Gesichtspunkten zu betrachten sey; ob sich Weingeist und Schießpulver dadurch entzündet; — Metalle schmelzen; — Wetterableiter und Electrovegetometer ausbilden lassen, u. s. f.; noch weniger, ob sich electriche Curen an unserm Menschengeschlechte dadurch, und zwar sofort, ohne Apotheke, werden anstellen lassen wollen: oder ob nicht alle *jene wichtigen Erscheinungen* vielmehr geneigter seyn mögen, uns zuvörderst, (bevor wir weiter gehen,) über den innerlichen Bau und über die Kräfte derjenigen bekannten und unbekannten Thiere einige Aufschlüsse zu geben, welche vermögend sind, andern lebenden Geschöpfen, durchs Berühren, solche Stöße mitzutheilen, die den electricen Schlägen ähnlich sind: *) will ich die Sa-

*) Ohne Licht und ohne Funken! vielleicht, weil den Physikern zu ihren Untersuchungen mit jenen Geschöpfen eine zu kurze Zeit bestimmt war, oder, weil diese Geschöpfe, um ihre Wirksamkeit am fühlbarsten zu zeigen, mit einer zu starken Ableitung umgeben seyn mußten. Wieder höchst unerklärbar durch Electricität. Dafs die galvanischen Ereignisse mit Electricität vergesellschaftet sind, daran zweifle ich nicht. Mehrere natürliche Functionen zeigen Electricität, aber darum sind sie dennoch selbst nicht Electricität, z. B. das Feuer, welches am Schwefel die Electricität sichtbar macht. Alle Körper, welche wir an einander reiben, oder die durch die Natur an einander gerieben werden, auf welche sie es wolle, sind in meinen Augen Electrificir-

che, als zunächst an die *Electricität* grenzend, betrachten, und die Beschreibung meiner Einrichtung der Voltaischen Säule, mit Rücksicht auf ihre nothwendige vollkommnere Hölirung, *) hier mittheilen.

Maschinen: die eine besser als die andere; die eine führt zu mehrern Zwecken, zu mehrern Aufschlüssen, als die andere; und wohin allein dieser Hinlicht? Zur Lehre über die *Electricität*, als dem, anscheinend, höchsten Verbindungsmittel aller Körper unsers Erdballs, zur Art und Weise ihrer Hervorbringung und zu ihren Wirkungen durch und auf Körper.

Wolff.

- *) Die gläsernen Säulen oder Röhren leiten, bei den mannigfaltigen Veränderungen in unsrer Atmosphäre, fast immer etwas, sie mögen mit Harz überzogen seyn oder nicht; nach Umständen mehr oder weniger. — Mehrere gläserne Röhren oder Säulen leiten mehr *Electricität* resp ab oder zu, als eine geringere Anzahl derselben: geschweige denn, nicht gebackenes, noch mit Firniß getränktes Holz, und wäre es auch lackirt. In dem in diesen *Annalen*, VII, 183 u. f., vorgeschlagenen Gestelle sind 14 Berührungspunkte an der Säule: oben einer von Holz; an den Seiten 12, von Siegellackkugeln, (die mir nicht hinreichend zu seyn scheinen, um den Uebergang des etwanigen Funkens zu verhindern,) und unten 3 Berührungspunkte von Glas, die ich aber nur für Einen rechne. Alle diese Berührungspunkte erschweren außerdem noch das Reinigen sehr, und können, glaube ich, mit Erleichterung der Behandlung der Maschine, auf 3 Berührungs-

Auf Taf. VI, Fig. 4, ist *AB* ein kleiner, durchaus mit feinem Siegelacke überzogener gläserner Teller mit einem gläsernen Fusse, so wie man dergleichen zu Auffätzen von Confitüren gebraucht. Er hat oben, in seiner Mitte eine daselbst angekittete, mit einem Knöpfchen versehene 2zöllige, runde, einen Thaler dicke, Silberplatte, um daran einen Draht einhaken zu können. Auf dieser Silberplatte ruht die Säule, als dem ersten untern Theile ihres Baues. Der Fuss des Tellers ist auf die hölzerne Platte *CD* befestigt. Auf dieser hölzernen Platte befindet sich in *E* eine starke gläserne, mit heissem feinen Siegelacke überzogene Säule *F*, die in *G* einen hölzernen schiebbaren Arm hat, der durch die Schraube *H* gestellt werden kann, je nachdem man die Säule verlängern oder verkürzen will. *I, K, L* sind drei $\frac{3}{4}$ Zoll breite und $\frac{1}{2}$ Zoll dicke, etwas weiter als nach der Peripherie eines Harzguldens *) ausgehöhlte, zu mehreren Versuchen hin-

punkte, an derselben, reducirt werden, ohne dass sich die sehr leicht aufzubauende Säule verschiebt. Oder verschöbe sie sich dennoch, so kann sie, durch die jetzt zu beschreibende Vorrichtung, sehr leicht wieder aufrecht gestellt werden.

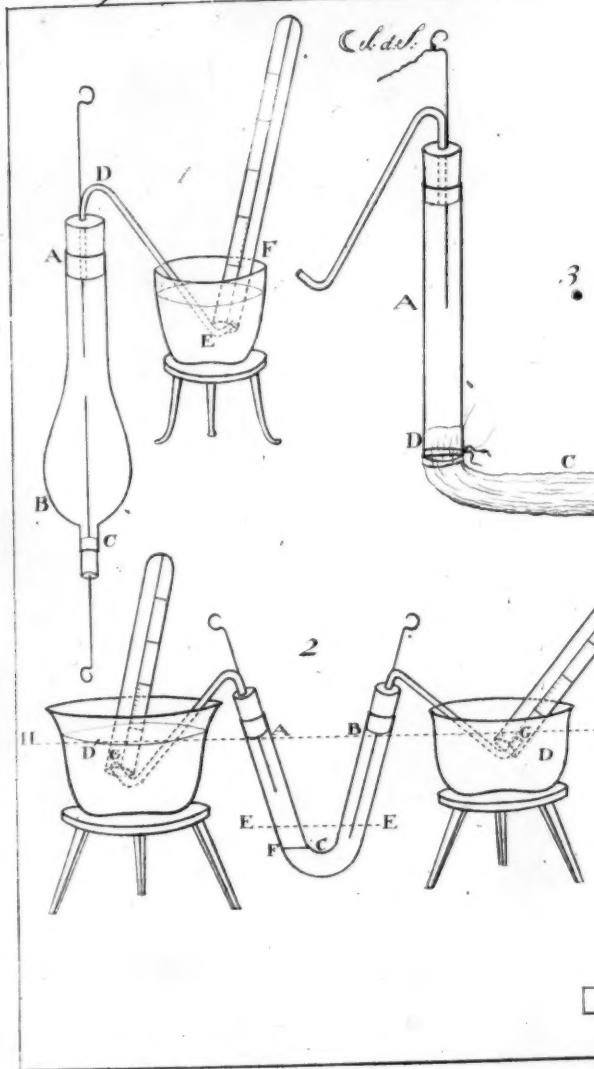
Wolff.

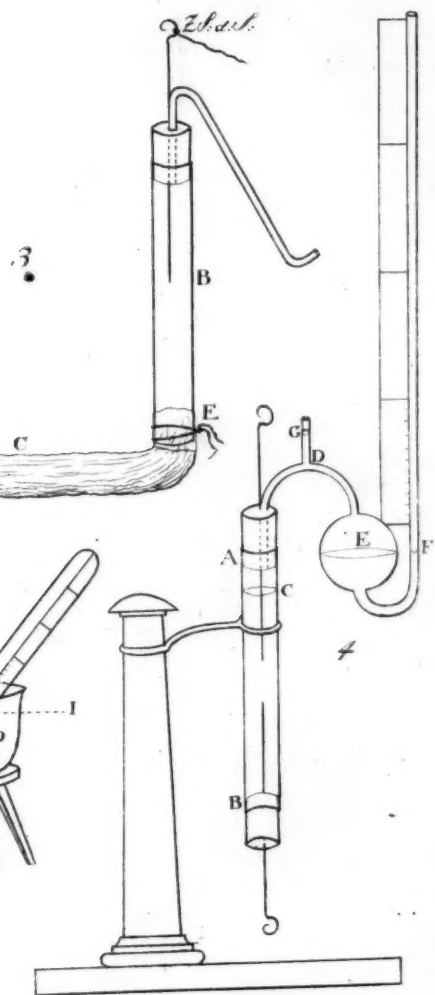
- *) Diese Vorrichtung zielt nur auf eine Grösse eines Harzguldens. Jedoch kann solche sehr leicht auch zu Versuchen mit grössern oder kleinern Silberplatten adaptirt werden. Harzgulden, (oder sonstige feine Silberplatten,) ziehe ich den Laubthalern vor, weil diese Kupfer enthalten. W.

reichend lange hölzerne Rinnen, welche an den hölzernen Fuß mit Gelenken angebracht worden; zugleich aber auch darin vor- und rückwärts geschoben, und zum Behufe einer dickern oder dünnern Säule mit einem Stifte daselbst befestigt werden können. Diese 3 Rinnen haben in *aaa* messingene oder eiserne Bügel, um des Tellers *AB* willen, und schließens, wenn sie aufgerichtet worden, an die runde hölzerne bewegliche Scheibe *M*, welche dem Durchmesser der Säule gleich ist und unten eine runde $\frac{1}{2}$ zöllige, einen Gulden dicke Zinkscheibe, mit einem Haken an sich befestigt hat, um einen daran zu hängenden Draht aufzunehmen. Diese Zinkscheibe ist zugleich der obere Theil der Säule. Die hölzerne Scheibe *M* ist an dem hölzernen, gedörrten und mit Firniß getränkten Arme *G*, in *N* schraubbar, und läßt sich mit größern oder kleinern Scheiben, wo gleichfalls Pressschrauben, wie *O*, hindurch gehen, nöthigen Falls vertauschen.

Nachdem nun der Teller *AB* durch die unter der hölzernen Platte *CD* befindlichen schraubbaren Knöpfchen *b* wagerecht gestellt worden, zeigen die aufgerichteten und nach einstweiliger Wegnahme des Arms *G*, mit der Hand, nach der Größe der Metallstücke zusammengehaltenen Rinnen *I, K, L* den Weg, wo man die Zink-, Tuch- und Silberplatten nur herunterfallen lassen kann, und sie werden, wenn *G* aufgesetzt, die Schraube *H* befestigt, und die Schraube *O* eingeschraubt worden, zu einer Säule, welche sich an den Zwischenräumen

der Rinnen *I, K, L* leicht in *Ordnung* bringen läßt. Läßt man diese Rinnen fallen, so steht die Säule frei. Biegt sie sich, welches wegen dieser Art ihrer Errichtung gewiß nur selten geschieht; so kann sie, durch das erneuerte Andrücken der Rinnen und mit Hilfe der Schraube *O*, leicht wieder senkrecht gerichtet werden. Bei dem Auseinandernehmen der Säule wird der Teller *AB* mit Pappstücken belegt, um ihn vor Beschädigung zu sichern. — Diese Vorrichtung scheint mir, wenigstens bei meinen bisherigen Versuchen mit dieser Säule, zweckmäßig zu seyn.





Gilberts Ann: d. Phys: 8B: i H.

Feb. 11.

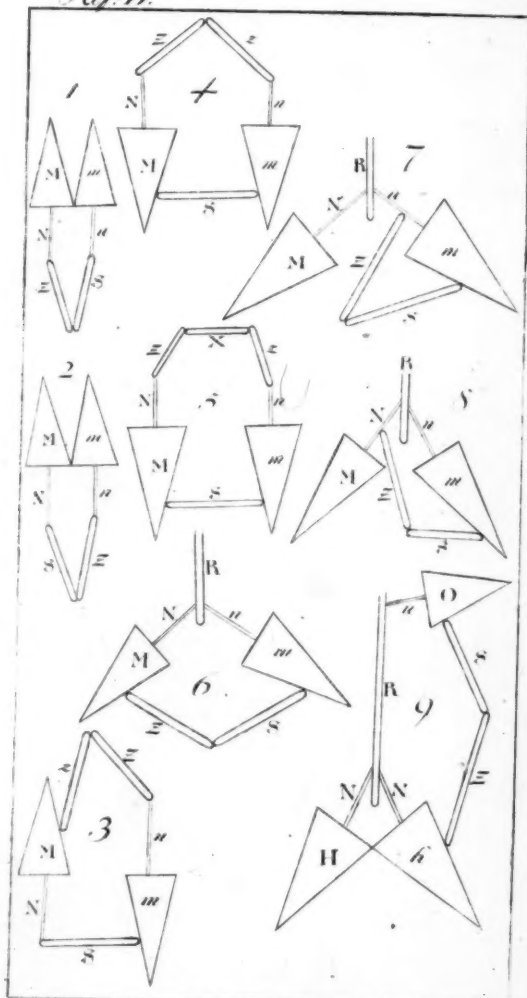
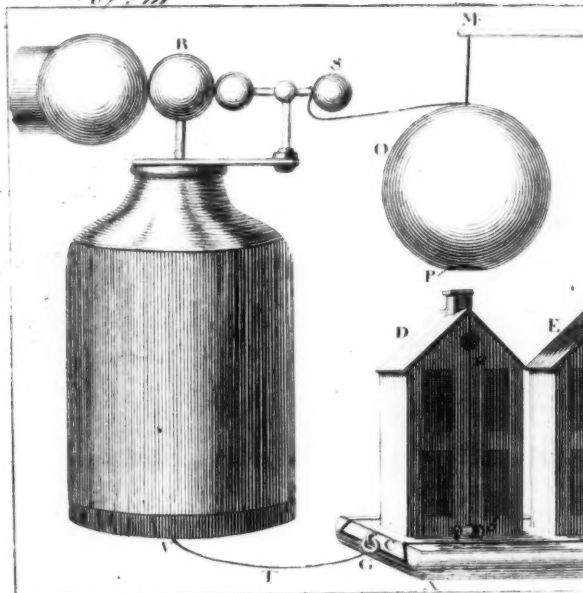
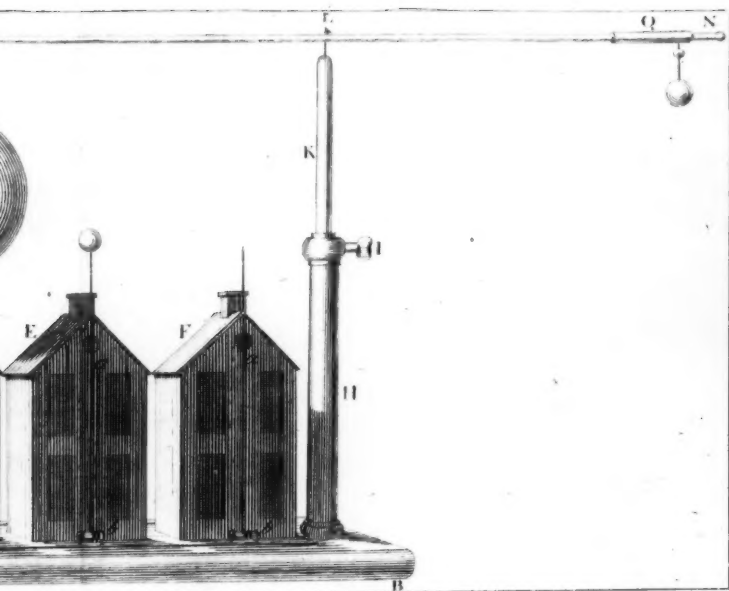


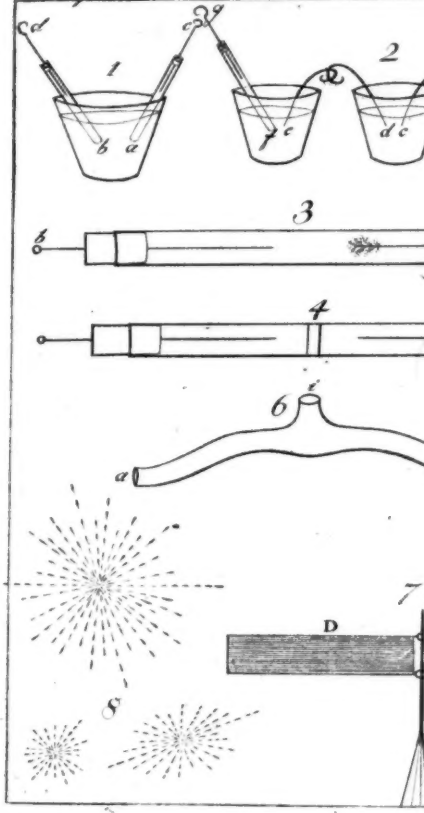
Fig: III

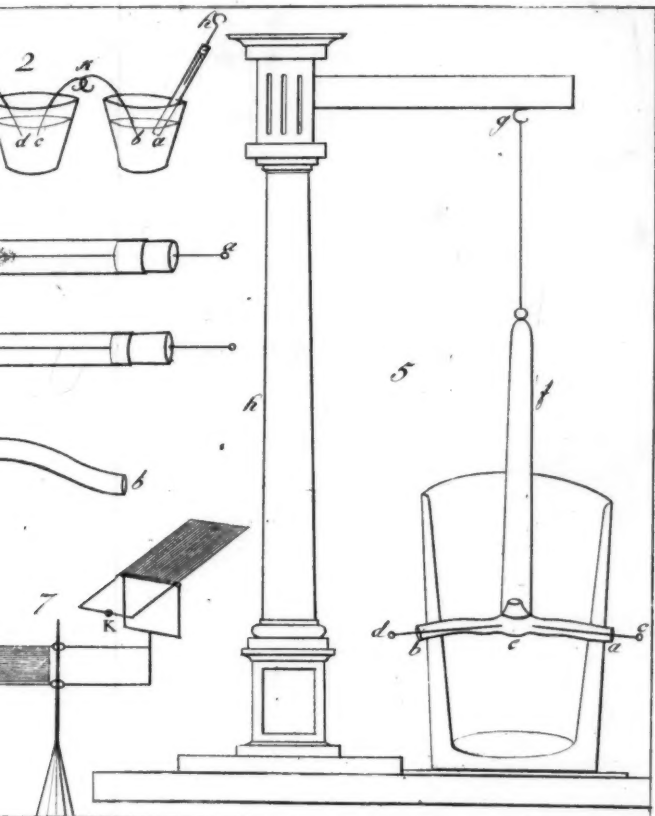




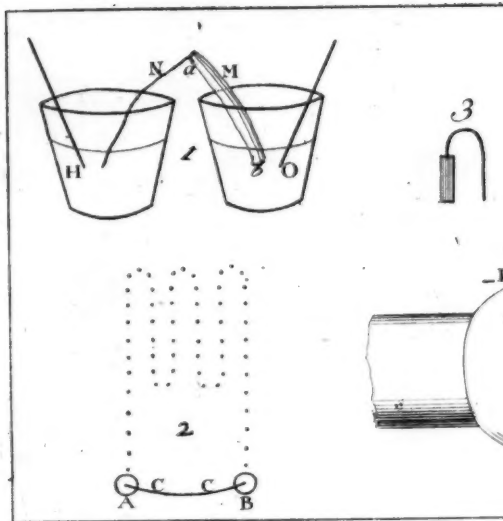
Gilberts Ann d. Phys: 8 B. 177

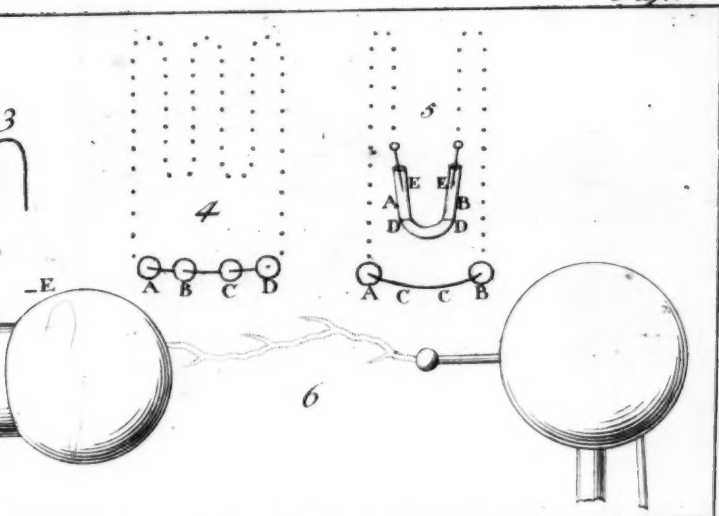
Taf. IV

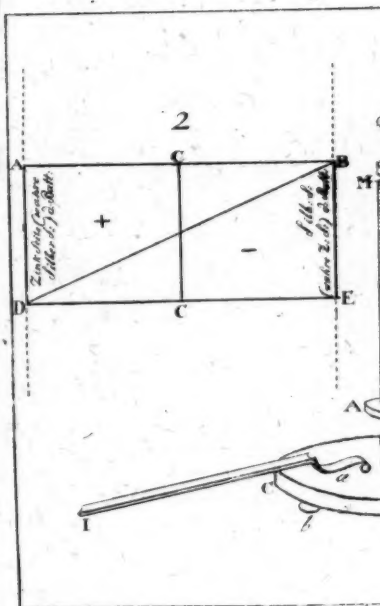




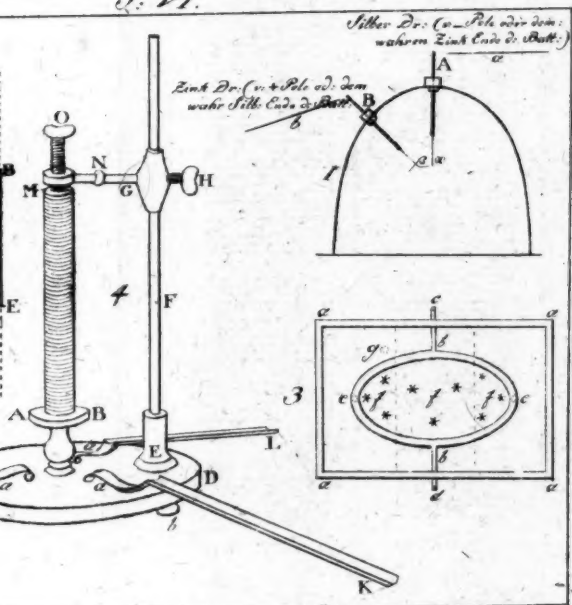
Gilbert's Ann. d. Phys. 8B. 2H.







T. VI.



Gilberts Ann. u. Phys. 3B. 446.

